

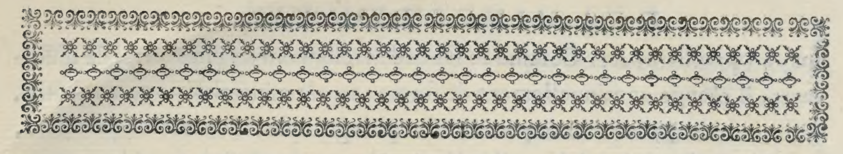
prix 45tt 14s broché en 1779

4 pts in 1v

ART
DES FORGES
ET
FOURNEAUX A FER,

Par M. le Marquis DE COURTIVRON;

Et par M. BOUCHU, *Correspondant de l'Académie Royale des Sciences.*



ART DES FORGES ET FOURNEAUX A FER*,

Par M. le Marquis de Courtivron ;

Et par M. Bouchu *, Correſpondant de l'Académie Royale des Sciences.*

PREMIERE SECTION.

Des Mines de Fer, & de leurs Préparations.

L'élément du fer eſt en ſi grande quantité & ſi généralement répandu ; qu'il n'y a pas une partie de la terre qui n'en ſoit enrichie ; pas une ſubſtance qui ne ſoit ſuſceptible d'en retenir une portion. Toujours prêt à ſe combiner, ou à ſe décompoſer, auſſi aiſé à détruire qu'à ſe reproduire ; l'inſtant de ſa renaiſſance ſuccede toujours à celui de ſon dépériſſement. Parcourez la terre : vous trouverez une montagne entiere qui, de ſa baſe connue juſqu'au ſommet, n'eſt autre choſe que du fer : ailleurs il eſt enſeveli à des profondeurs auxquelles l'induſtrie & le travail des hommes ne peuvent pénétrer. Souvent ſa mine eſt en maſſes dures comme une roche ; d'autres fois elle eſt tendre, friable, & diſperſée çà & là, ſous différentes figures. Tantôt elle eſt polie & luiſante comme une glace, tantôt rude & criblée comme une éponge : il y en a des quantités immenſes qui imitent la figure des fruits ou de leurs ſiliques, celle des coquillages, des rognons, des feves, des pois ; d'autres mines ſont en grains

* L'Art des forges à fer ne pouvant être traité qu'avec une aſſez grande étendue, on a ſéparé en beaucoup de Sections particulieres, ce qui le regarde ; & on les donnera ſéparément, à meſure qu'elles ſeront prêtes à imprimer, on commence aujourd'hui à parler des Mines de fer pour ſuivre ainſi les divers objets.

On s'eſt ſervi, quand on a pu, non-ſeulement des Planches, mais de ce qui s'eſt trouvé dans les papiers de M. de Reaumur, qui eſt toujours cité quand on n'a pas marqué par des guillemets ce qui a été extrait de ſes papiers. Quoique les différents Arts portent le nom des différents Académiciens auxquels ils ont été départis ; comme dans ce travail il a pu leur être aſſocié, ou des Citoyens zélés & verſés dans l'Art qu'il étoit queſtion de décrire, ou des Correſpondants de l'Académie qui ont, en tout ou pour la plus grande partie, contribué de leurs ſoins & de leur travail à l'Ouvrage, on n'a pas héſité de faire paroître auſſi ces Arts ſous le nom de ces Particuliers ; c'eſt à ces différents titres que ce qui regardera le Fer & l'Art des Forges, paroîtra concurremment ſous le nom de M. Bouchu.

fins, en pouſſiere, &c. Comme le fer cede facilement à toutes ſortes de diſſolvants, il change continuellement de forme : tantôt minéraliſé avec du ſoufre, il forme une pyrite : tantôt perdant ſon phlogiſtique, il tombe en pouſſiere, qui, ſuivant la matiere à laquelle elle s'unit, prend une forme cubique, creuſe, anguleuſe, feuilletée, platte, unie, &c, ou ſe moule dans les contours des coquillages ; en un mot, s'arrange ſuivant les modeles que lui préſente une ſubſtance calcaire, vitrifiable ou réfractaire. Cette matiere dépoſée enveloppe les corps qu'elle ne peut pénétrer ; ſéchée, elle ſe raſſemble en maſſes irrégulieres ; entraînée par un courant, elle s'arrondit ; filtrée à travers un banc de ſable, elle ſe granule ; inſinuée dans les fiſſures d'une montagne, elle en parcourt & remplit juſqu'aux plus petits rameaux, qui deviennent ſemblables aux arteres & aux veines que l'art a trouvé le ſecret d'injecter. On peut parvenir à connoître la nature des ſubſtances à la combinaiſon deſquelles le fer a concouru : on décompoſe une pyrite qui reprenant du phlogiſtique, ſe minéraliſe de nouveau. Auſſi admirables par la diverſité de leurs couleurs que par celle de leurs formes, les mines du fer paſſent du blanc juſqu'au noir, du terne juſqu'à l'éclat du rubis, qui doit à ce métal ſa vivacité.

C'eſt cette ſubſtance, en apparence ſi groſſiere, mais au fond ſi ſubtile, ſi néceſſaire, qui mérite ſi bien d'être connue & ſi capable de nous rendre une infinité de ſervices, que nous eſſayerons d'examiner. La comparaiſon & l'examen des différentes mines & de leurs différents travaux nous ayant paru propres à éclairer : pour multiplier les reſſources en ce genre, on a donné la traduction du Traité du fer de *Swedenborg*, auquel nous renverrons pour pluſieurs détails, dans leſquels nous aurions ſans cela été obligés d'entrer en faiſant l'expoſition de l'Art. Les Libraires ſe ſont portés volontiers à imprimer la traduction de Swedenborg d'un caractere qui diminuera le prix de l'Ouvrage pour le mettre à portée de l'Ouvrier même, dont l'expérience éclairée deviendra plus utile au public. Cet Ouvrage, dont nous avons retranché tout ce que le Suédois avoit emprunté de M. de Reaumur, ſervira, avec celui de ce Sçavant ſur l'acier & le fer fondu, de commentaire à celui-ci.

Pour apprendre à connoître les différentes ſubſtances que la terre nous offre ou qu'elle renferme dans ſon ſein, on peut avoir recours à *Wallerius*, *Pott*, *Gellert*, *Lehman*, *Cramer*, *Henckel*, *Schulter* * & autres, dans leſquels nous avons puiſé bien des inſtructions. D'après ces connoiſſances préliminaires qu'il eſt indiſpenſable d'acquérir, nous obſerverons avec *Gellert*, qu'il y a quatre eſpeces de pierres principales.

1°, Les pierres calcaires qui ſe diſſolvent dans les acides, & que l'action du feu change en chaux.

* M. Hellot, de l'Académie des Sciences, a fait une excellente Traduction de l'Ouvrage de ce dernier qu'on ne ſçauroit trop conſulter.

2°, Les pierres argileuſes qui ne ſe diſſolvent pas dans les acides, & qui ſe durciſſent dans le feu.

3°, Les pierres gypſeuſes qui ne ſe diſſolvent pas non plus dans les acides, & que l'action du feu change en plâtre, c'eſt-à-dire, en une ſubſtance qui humectée avec de l'eau, a la propriété d'acquérir un aſſez grand point de dureté.

4°, Les pierres vitrifiables qui donnent des étincelles lorſqu'on les frappe avec de l'acier. Il faut cependant excepter de cette regle le ſpath fuſible, & la pierre ponce. Les pierres de cette eſpece ne ſe diſſolvent point dans les acides; l'action du feu ne les change point en chaux, mais en verre. Le même Auteur a encore diviſé les pierres vitrifiables en deux claſſes, les unes faciles & les autres difficiles à fondre. Ces dernieres ſont connues ſous le nom d'*Apyres*. Pour plus grande intelligence de ces différentes eſpeces de pierres, voyez le § 1, à la fin de la ſeconde Partie de cette Section.

M. *Homberg* nous apprend que le caillou & le marbre expoſés ſéparément au miroir ardent du Palais Royal, ſe calcinent, & que mis en poudre & mêlés enſemble ils fondent. Ce fait, dont nous avons des expériences journalieres, nous conduit à juger qu'après avoir trouvé des mines de fer, la premiere attention doit être de bien connoître leur matrice, & de s'aſſurer de leur nature, pour y joindre les fondants convenables, c'eſt-à-dire, des ſubſtances dont l'addition fait fondre les mines les plus réfractaires. On en doit conclure que dans le travail en grand, il faut contrebalancer les ſubſtances d'une eſpece par d'autres ſubſtances d'une eſpece connue pour leur ſervir de fondants. Dès-lors ne pourrions-nous pas aſſurer ſans témérité, que lorſqu'on a abandonné des mines qui paroiſſoient rebelles à la fuſion, c'eſt faute d'avoir connu les matieres qui leur ſervoient de baſe, & celles qui auroient fait fondre cette baſe. De quelle conſéquence n'eſt-il donc pas de s'exercer par des eſſais réïtérés ſur la connoiſſance des fondants.

Tout nous conduit à croire que le fer, ainſi que bien d'autres ſubſtances, a un élément qui lui eſt particulier. Sans cela, depuis le temps que l'on fait du fer avec les mines que nous déſignons par mines du fer, il ſeroit arrivé quelquefois qu'on auroit fait un autre métal, ou qu'avec des mines connues pour donner un autre métal, on auroit fait du fer. Or cela n'eſt jamais arrivé: bien loin de-là, pour la purification & le traitement des métaux quelconques, on a grand ſoin, quand il eſt queſtion d'en traiter un particulierement, de ſéparer & extraire les parties élémentaires des autres métaux qui peuvent s'y trouver mêlangés; tous les métaux & demi-métaux s'oppoſent dans des degrés différents à la liaiſon & connexion des particules ferrugineuſes. Donc le fer, comme les autres métaux, a un élément qui lui eſt particulier & différent des autres; car les baſes ſont les mêmes.

Pluſieurs nous diſent que l'analyſe & la décompoſition des corps ſont bor-

nées ; qu'on ne peut les pouſſer que juſqu'à un certain point, au-delà duquel tous les efforts ſont inutiles ; que c'eſt à ces dernieres ſubſtances qu'on a donné le nom d'*éléments*, tels ſont principalement l'eau, l'air, la terre & le feu ; d'où l'on peut conclure que les éléments ſont des ſubſtances ſimples & inaltérables.

Il eſt difficile de concevoir comment quatre ſubſtances ſimples & inaltérables peuvent, par de ſimples combinaiſons & mêlanges entr'elles, produire d'autres ſubſtances auſſi diſtinguées, & auſſi différentes que celles que nous voyons dans la nature ; les ſels, par exemple. Il eſt plus aiſé de concevoir que la terre eſt un élément ſans mouvement, & que le feu, l'air & l'eau ſont des agents ou éléments actifs qui donnent du mouvement aux ſubſtances terreſtres, & qui occaſionnent des combinaiſons, des compoſés, des mêlanges dans leſquels ils entrent quelquefois comme principes, en exerçant leur action ſur l'élément paſſif ; c'eſt-à-dire, la terre, qui doit retenir & défendre quantité d'autres éléments ſecondaires & inaltérables, leſquels ſont en auſſi grand nombre qu'il y a de ſubſtances eſſentiellement différentes.

Nous entendons donc par *élément*, non pas la combinaiſon des différentes ſubſtances qui compoſent un corps, mais ce qui le caractériſe ſpécialement, abſtraction faite de tous les acceſſoires. On ſçait, par exemple, qu'une telle eſpece de ſel prend toujours, à la cryſtalliſation, une telle figure : ce ſel ſera mille fois mêlé dans de la terre, mille fois diſſous dans de l'eau, mille fois fondu à un certain degré de feu ; quand on fera l'extrait, & qu'on le mettra à la cryſtalliſation, on aura toujours des cryſtaux de la même figure que la premiere fois : donc on peut dire que ce ſel, ainſi que tous les autres ſels primitifs, ont un élément particulier. Mais quel eſt-il cet élément ? Il n'eſt poſſible d'en connoître que ce que l'expérience nous apprend ; c'eſt-à-dire, que cet élément caché eſt une ſubſtance quelconque, ſimple, inaltérable, & propre à conſtituer tel corps en particulier. Nous pouvons même nous appuyer en ce point du ſentiment de ceux que nous cherchons à éclaircir, puiſqu'ils ont dit : *A la vérité les Chymiſtes n'ont pu juſqu'à préſent parvenir à produire une matiere ſaline, en combinant enſemble la terre & l'eau* (paſſons, ſi l'on veut, le feu & l'air). *Cela pourroit faire ſoupçonner qu'il y entre quelqu'autre principe que la terre & l'eau dans la mixtion ſaline, qui nous échappe, & que nous ne pouvons retenir lorſque nous décompoſons les ſels.*

« L'eau qui a été enlevée par l'air, dit *Henckel*, contient un acide qui fait » du vitriol en s'uniſſant avec une terre métallique ». Par cette propoſition on peut entendre que l'élément des ſels acides peut être enlevé par l'air, & que l'élément des métaux peut être retenu par une terre qu'alors on nomme *métallique* ; & que quand ces deux éléments en cet état peuvent ſe joindre, il

il en résulte du vitriol. Ne pourroit-on pas penser qu'il y a autant d'éléments pour les métaux, qu'il y a de métaux différents; & que chaque métal a son élément particulier? « Les substances métalliques sont, dit-on, des corps pe» sants, brillants, opaques & fusibles, composés principalement d'une terre » vitrifiable unie avec le phlogistique ».

Nous concevons donc qu'un métal est un corps pesant, brillant, opaque, fusible, ductile, & composé d'une terre vitrifiable, unie tant avec le phlogistique, qu'avec l'élément caché & inconnu, qui caractérise un tel métal en particulier. Suivant cette définition générale, on doit définir en particulier le fer, *un métal composé de son élément particulier, de sel, de phlogistique combinés & retenus dans une juste proportion par une base vitrifiable.*

Connoître les substances qui contiennent l'élément du fer; les tirer du sein de la terre; les faire passer par les travaux successifs qui amenent ces substances à la qualité du fer ou de l'acier; les suivre, autant qu'il sera possible, dans les différents degrés de leur composition & de leur décomposition artificielle, sera précisément la description de l'Art.

Cette premiere Section des mines de fer sera divisée en deux parties: la premiere traitera des matieres qui contiennent abondamment du fer; la seconde traitera du travail de ces matieres avant qu'elles soient exposées au fourneau de fusion.

PREMIERE PARTIE.

Des Matieres qui contiennent l'élément du Fer.

Pour donner plus d'ordre à cette Partie, nous allons suivre *Wallerius*, & rapporter ce que nous avons recueilli dans les autres Auteurs: nous la résumerons ensuite le plus briévement qu'il sera possible, pour en tirer des instructions convenables à l'idée générale que nous devons nous former des mines de fer qu'on peut travailler, & de celles qui, pour le travail en grand, ne doivent pas être mises au nombre des mines, mais seulement des substances qui contiennent une portion de fer.

§. I.

Mines que l'on peut traiter.

Premiere Espece.

Fer natif ou vierge.

« La plûpart des Auteurs nient l'existence du fer natif: *J'ai été long-temps*, dit « Lehman *, *du même sentiment; mais M. Margraff, célebre Chymiste de Berlin, m'a*

* Tome 1, page 111.

» *pleinement convaincu du contraire.* Il eſt poſſeſſeur d'un morceau de fer natif d'*Ey-*
» *benſtock* en Saxe, dans lequel on voit encore deux côtés latéraux ou lizieres
» du filon, ce qui ſuffit pour décider la queſtion. C'eſt une mine de fer brune,
» dans laquelle on voit pluſieurs morceaux aſſez gros de fer natif, attirable
» par l'aimant, flexibles comme du fil de fer, ductiles ſous le marteau, fon-
dants au feu comme le fer pur, & qui ont toutes les propriétés que doit avoir
» le fer natif».

Suivant *Cramer*, ſi le regne minéral recele du fer natif, il doit y être bien rare. « On regarde comme tel, dit-il, de petits minérais octahedres, cubiques,
» ſolitaires ou grouppés de différentes manieres, reſſemblants à des pyrites qui
» ſont le minérai propre du ſoufre, qui eſt ſujet à tant de figures, & qui contient
» toujours du ſoufre, avec une quantité de fer. Le fer natif préſente quelquefois
» des fibres ligneux, jaunes, rouillés, bruns, roux, très-riches en fer à la vérité,
» mais incapables d'être attirés par l'aimant; il a la dureté de l'acier, & eſt dé-
» pourvû de la malléabilité, ainſi que des autres caracteres diſtinctifs du fer;
» en ſorte qu'on doit moins le regarder comme du fer natif, que comme de
» très-riches mines de fer.

Henckel nous dit qu'il n'eſt pas encore bien décidé s'il y a dans la nature & ſans le ſecours du feu, un fer qui ſoit non-ſeulement attirable par l'aimant, mais encore qui s'étende ſous le marteau. « Cependant ajoute-il, je re-
» garde la choſe comme très poſſible, depuis qu'il m'en eſt venu un mor-
» ceau qui a été trouvé dans une terre jaune, & qui pouvoit être étendu
» ſous le marteau, ſans qu'il parût avoir paſſé par le feu; car la terre jaune
» qui l'environnoit, auroit dû auſſi entrer en fuſion, lors de ſa réduction en
» métal. Les autres morceaux que j'ai eu occaſion de voir, me paroiſſent
» fort ſuſpects, d'autant plus que tous ſe reſſemblent beaucoup par la fi-
» gure ».

Swedenborg doute fort qu'il y ait du fer natif. « Pluſieurs, dit-il, prétendent
» qu'on en trouve dans les minieres en morceaux ronds, comme en Saxe; en
» grains, comme à *Saltzbourg*, dans les montagnes de Siléſie. *Wormius* en an-
» nonce en Norvege, d'autres en Stirie, &c.»

Selon *Gellert*, il n'y a que très-peu ou point de fer natif ou pur, à moins qu'on ne veuille donner ce nom au ſable ferrugineux & aux mines qui ſont attirables par l'aimant, ainſi qu'à d'autres mines où le fer ſe trouve ſous une forme cubique & octogone; mais il leur manque la malléabilité.

Le fer natif, ſuivant *Wallerius*, n'eſt pas toujours parfaitement pur; cependant il l'eſt plus que le fer de fonte. On a le fer natif ſolide, irrégulier, & le fer natif en grains.

Aujourd'hui cette queſtion paroît être décidée. *M. Rouelle*, de l'Académie des Sciences, a reçu, par la Compagnie des Indes, du fer natif dont il y a des

roches entieres aux environs de la riviere du Senegal. On en a forgé des barres ſans aucune préparation préliminaire.

Seconde Espece.

Mine de fer cryſtalliſée.

Cette mine eſt de différentes couleurs, tantôt brune, tantôt de couleur de rouille : elle eſt compoſée de cryſtaux octahedres, ou cubiques, dont la figure raſſemble aſſez à celle des marcaſſites. Cette mine eſt très-riche en fer ; mais elle n'eſt pas malléable, & l'aimant ne l'attire point : on la diſtingue en octahedre, & en cubique. C'eſt de cette derniere dont parle *Swedenborg*, lorſqu'il dit qu'il y a en Suede de la mine cubique ſi riche, qu'on peut la comparer au fer natif, quoique ce n'en ſoit pas.

Troisieme Espece.

Mine de fer blanche.

Une mine de fer ſinguliere eſt celle qui eſt en forme de ſpath : elle tire communément ſur le jaune, le gris & le blanc ; quelquefois elle eſt un peu tranſparente. Elle donne à peu-près depuis 30 juſqu'à 60 livres de bon fer par quintal, bien qu'à ſon inſpection elle ne paroiſſe pas en contenir la moindre quantité.

Cette eſpece de mine eſt communément d'un tiſſu feuilleté, ſemblable à celui du ſpath. Elle eſt ordinairement de couleur iſabelle, ou tirant ſur le jaune. Cependant les feuilles ou lames dont cette mine eſt compoſée, ne ſont pas ſi régulié rement placées les unes ſur les autres, que celles du ſpath, & elles ont différentes directions. La mine blanche fournit un fer propre à être converti en acier. De cette eſpece eſt la mine d'Alvar en Dauphiné, & quelques-unes des mines de fer dans les Pyrénées, comme nous le ferons voir dans le détail des Manufactures de France.

Extrait d'une Lettre de M. Georges Planton, *écrite de* Sehriffhates *dans le* Shropshire.

« Je vous ferai part d'une obſervation que j'ai faite depuis peu dans nos mi» nes de fer, ſur-tout dans celle qu'on appelle dans le pays la *Mine blanche*, & » qui fournit la meilleure pierre de fer. En briſant cette pierre, les Mineurs » trouvent communément une grande quantité de liqueur blanche & laiteuſe, » renfermée dans ſon centre. Quelquefois une ſeule cavité en contient un » muid : elle eſt douce ſur la langue ; mais elle a un goût de vitriol & de » fer.

« Pour eſſayer ſi c'eſt du ſpath ou de la mine de fer, il n'y a qu'à la faire » un peu rougir au feu ; & ſur le champ la couleur noire qu'elle prendra,

» indiquera le fer. C'eſt faute de cette connoiſſance, que ſouvent on prend » pour du ſpath ce qui n'en eſt pas. Souvent l'air ſuffit pour marquer cette » différence; mais il faut qu'elle y ait été expoſée quelque temps. Il eſt rare » que cette mine ſoit riche en fer ».

Par la deſcription que *Swedenbörg* nous a donnée des fleurs de fer, il paroît qu'il faut les rapporter à cette eſpece.

Henckel nous dit que les fleurs de fer, que le nom feroit prendre pour une mine de fer, ne ſont rien moins, & ne doivent être regardées que comme des ſtalactiques talqueuſes & ſpathiques. Leur nom leur vient des mines de Stirie. Il s'en trouve pourtant à *Freyberg* & ailleurs.

Suivant *Cramer* la nature imite dans les mines de fer, la reſſemblance de pluſieurs objets, & les fleurs de fer végétent en arbriſſeaux, figure de corail; les blanches ſont les plus belles. Il arrive auſſi que ces mines repréſentent tantôt un bois ſolide & peſant, d'autres fois de grands arbres avec leurs troncs & leurs branches. Au reſte, il paroît que c'eſt parce qu'on rencontre quelquefois ces effloreſcences aux environs des minieres de fer, qu'on leur a donné le nom de *Fleurs de fer*; car elles ne le méritent point d'ailleurs, ne contenant pas une grande quantité de ce métal.

Obſervation de *Charles Ohinb*, ſur une ſtalactique ferrugineuſe appellée par les Chymiſtes *Fluor, Flos ferri*, tirée d'une mine de fer de Stirie. « On » trouve cette mine de fer dans un village de la haute Stirie ſur les frontieres » de l'Autriche. Il s'y forme quantité de ſtalactites qui ſont adhérentes à la » ſuperficie des pierres métalliques des cavernes de la miniere. Cette ſtalac- » tite adopte différentes figures : pour l'ordinaire elle s'éleve en forme de » rameaux blancs qui ont pour baſe un bloc de même matiere; tantôt ces » rameaux paroiſſent entierement brutes, & ne different entr'eux que par » diverſes courbures qu'ils ont priſes; tantôt leur forme eſt ſi ſingulierement » variée, qu'ils repréſentent différents objets de la nature, comme des bran- » ches de corail blanc, ou de petites feuilles frangées, ou des protubérences » de dents molaires, ou des réſeaux très-fins. Quelquefois cette matiere qui » ſert de baſe, au lieu de s'élever en rameaux, paroît diſpoſée en ſtries de » différentes grandeurs. D'autres fois elle reſte en maſſe, & ne forme qu'un » bloc de pierres ſemblable à de l'albâtre. Dans quelques endroits elle paroît » ſtriée comme l'hématite ou la mine d'antimoine. Enfin, dans d'autres en- » droits, elle préſente des herboriſations ſemblables à celles que la gelée » forme en hyver ſur nos vîtres. La ſtructure intérieure de cette matiere » n'eſt pas toujours la même; elle varie par l'arrangement & la connexion » des particules dont tous ces corps ſont compoſés. La ſubſtance de ces » ſtalactites differe par la couleur, la dureté & la tranſparence. Elle eſt » blanche comme de la neige, ou ſa couleur imite celle de l'argent. Quel- » quefois elle a une conſiſtance très-dure; d'autres fois elle eſt beaucoup

plus

» plus tendre, & ſe caſſe très-facilement. Enfin, tantôt elle paroît opaque, » tantôt on la voit tranſparente, & diſpoſée comme un amas de cryſtaux » contigus.

« A l'égard de la formation de ces ſtalactites, j'ai oui dire à un de mes » amis qui demeure près de la miniere dont il eſt queſtion, que l'on voit » l'eau filtrer à travers les parois des cavernes, & que c'eſt cette eau qui » ſe congele en cette eſpece de pierre. J'ai reçu, le mois de Septem- » bre dernier, une lettre de Jean Adam, dans laquelle il m'apprend d'où » proviennent ces eaux, & pourquoi elles ſe congelent. Voici ce qu'il me » dit ... Cette mine de fer eſt couverte d'un banc de pierre calcaire, qui » s'étend ſur toute la croupe de cette montagne, juſqu'au ſommet. L'eau » des pluies & des neiges, qui eſt retenue par la couche de terre ſupérieure, » tombe ſur ce banc de pierres calcaires, ſe charge de la partie la plus ſo- » luble de cette matiere calcinable, pénetre à travers les mines de fer, & » ſe filtrant dans les grottes inférieures, où l'air a un libre accès, y forme » ces différentes concrétions. Voici comment cette matiere concrete prend » différentes figures. L'eau qui tombe goutte à goutte, commence par for- » mer une croute continue ſur le fond de la caverne. Les gouttes qui diſtil- » lent enſuite ſur cette croute, ſe congelent les unes ſur les autres, & » laiſſent dans le milieu une ouverture ou un petit conduit, par lequel les » gouttes qui viennent enſuite, forment au-deſſus ou à côté, des rameaux » qui ſe durciſſent en ſe congelant. L'augmentation & la poſition de cette » matiere ſont toujours les mêmes juſqu'à ce qu'elle ſe ſoit élevée à une » certaine hauteur, & qu'elle ait bouché l'ouverture du petit conduit cen- » tral. Quand l'eau tombe avec plus d'abondance, elle s'épanche alors dans » de petites fentes de la caverne, qui ſont vuides, & forme des ſortes de » roupies de différentes grandeurs, ou bien elle ſe congele en des blocs de » pierres proportionnés à l'eſpace qui les contient .... A l'égard de la tranſ- » parence de quelques-unes de ces ſtalactites, je crois qu'elle provient de » ce que les eaux dont elles ſont formées, circulant plus long-temps ſous » terre, ou ſe filtrant à travers des veines ſemblables à celles qui préparent » la matiere des pierres précieuſes, acquierent un degré de pureté & d'ho- » mogénéïté que n'ont pas celles auxquelles les ſtalactites opaques doivent » leur origine ».

Voici le ſentiment de *Wallerius* ſur la mine blanche : la couleur en eſt blan- che ou jaunâtre ; & à la ſimple vûe on ne la ſoupçonneroit pas de contenir du fer : cependant le quintal peut en donner depuis 30 juſqu'à 60, & même 90 liv. Cette mine n'eſt point attirable par l'aimant. Sous cette eſpece, ſont :

1°, La mine de fer blanche ramifiée : elle eſt blanche comme de la neige, croît en rameaux, & n'eſt preſque que du fer vierge, comme on peut s'en appercevoir lorſqu'on la fait fondre avec de la matiere inflammable, ou

du charbon ; car alors elle ſe réduit en fer tout pur ſans ſcories.

2°, La mine de fer blanche en cryſtaux : elle eſt auſſi toute blanche, pleine de tubercules, paroiſſant comme vermoulue, candie & ſpongieuſe.

3°, La mine de fer ſemblable au ſpath ; elle eſt d'un jaune-clair, griſe, ou blanche, quelquefois demi-tranſparente, & composée de petits filets pareils à ceux de l'ardoiſe ou de la ſélénite, ou compoſée de cubes & de rhomboïdes ſemblables à ceux du ſpath de cette eſpece. Il y en a qui déſignent cette mine ſous le nom de *Mine blanche, ou jaune, ſpéculaire ou à facettes luiſantes.*

4°, La mine de fer blanche en grenats auxquelles elle reſſemble beaucoup par ſa figure, excepté que ſa couleur eſt blanche ou jaune.

QUATRIEME ESPECE.

Mine de fer noire.

ON A obſervé que le ſable noir étoit riche en fer ou en plomb ([a]) : ſon poids indique la quantité qu'il en contient. On exploite, avec avantage dans différents endroits, cette eſpece de ſable ou de terre noire ou brune : le fer en eſt bon. Pour l'ordinaire, il ſe trouve dans l'eau : ſuivant *Henckel*, (16) la mine de fer noire eſt démontrée par l'expérience, la meilleure & la plus riche ; telle eſt celle qui ſe trouve en quelques endroits de Suede ([b]), dont on ſçait qu'on tire le meilleur fer, tandis qu'on n'y trouve que peu ou point de mine de fer jaune ni rouge. Cette mine eſt très-attirable par l'aimant.

« La mine de fer noirâtre, dit *Wallerius*, eſt peſante, d'un gris plus » foncé que n'eſt la couleur du fer lui-même. Ordinairement cette mine eſt » riche, & contient du fer pur. L'aimant l'attire fortement. Elle rend 50 » à 80 livres de fer par quintal. Les Fondeurs la mettent au nombre des mines » ſehces, c'eſt-à-dire, qui ont beſoin de fondants ». Sous cette eſpece ſont :

1°, La mine de fer noirâtre ſolide : le grain en eſt très-fin ; elle eſt peſante & ſi compacte, qu'on a de la peine à diſcerner les particules qui la compoſent.

2°, La mine de fer noirâtre, pleine de points brillants. Elle eſt intérieurement remplie de taches & de veines luiſantes ; il s'y trouve des paillettes brillantes qui varient pour la fineſſe.

3°, La mine noirâtre en grains. Elle eſt compoſée de petits grains ſemblables à ceux de la cendrée ou petit plomb. On peut les ſéparer à coups

([a]) Nous pourrons ajouter en or ; car dans toutes les rivieres oriferes du Royaume, les paillettes d'or ſe trouvent en plus grande quantité aſſemblées & mêlées à un petit ſable noir, & attirable à l'aimant.

([b]) *Henckel* dit à *Falhun.*

de marteau ou d'une autre maniere. On appelle quelquefois cette espece *Mine grainelée*, parce qu'elle paroît composée de grains grands & petits, joints les uns aux autres, & parce qu'elle se divise en grains quand on la rompt.

4°, La mine de fer noirâtre en cubes. Elle paroît être un assemblage de grands & petits cubes, ou dez, dont on reconnoît la figure par leurs côtés brillants.

5°, La mine de fer noirâtre écailleuse. Cette mine paroît composée d'écailles arrangées les unes sur les autres en différentes couches; cependant elle ne se divise point par écailles lorsqu'on vient à la briser.

6°, La mine de fer noirâtre feuilletée. Elle est composée de lames ou feuillets très-visibles & très-aisés à distinguer; quelquefois elle se divise en ce sens, d'autres fois elle ne le fait pas.

C'est à cette espece qu'on doit rapporter la mine de *Dannemore* en *Roslagie*. Cette miniere est si abondante, dit *Swedenborg*, qu'elle suffit chaque année pour l'entretien de plusieurs fourneaux. La mine que l'on y tire, l'emporte sur toutes les autres, tant par sa pureté que par sa richesse. Le fer qu'elle donne, n'est cassant ni à froid ni à chaud. Il est très-propre à fabriquer toutes sortes d'ustensiles. Elle fournit l'acier le plus fin & le plus propre à la lime; aussi le recherche-t-on en Europe & aux Indes où il se vend plus chérement que tous les autres. Ce fer paroît entierement composé de fils & de petites lames entrelassées.

Cette mine est très-pesante, couleur de fer ou de plomb, ressemblant au fer qui en provient. Elle est composée, comme l'acier, de grains fins; mais elle est mêlée de fils très-déliés, de pierre calcaire & de quartz qui la traversent en tous sens, comme des veines ou des arteres. Les grains du fer sont si mêlés avec ces fibres, que cela forme une espece de couleur de plomb, & une certaine blancheur fondant la couleur noire du fer dans du blanc; ce qui fait aussi qu'elle fond très-aisément, car elle porte avec elle son fondant.

Les morceaux de cette mine ont leur superficie noire & polie, & couverte d'une petite membrane de pierre de corne: il y a aussi des morceaux entourés d'amianthe verte, & régulierement divisibles, selon leur plan.

Cinquieme Espece.

Mines de fer gris de cendre.

Si l'on nomme cette mine cendrée ou d'un gris clair, ce n'est pas qu'elle soit en elle-même claire ou blanche: elle n'a ce nom qu'en comparaison de la mine noirâtre. Ces mines ont différentes nuances.

La mine grise, selon *Schluter*, est très-commune: on la trouve en grains ou en roche. Il y en a une espece en forme de spath, quelquefois aussi

jaune, blanche & un peu transparente. Elle donne à peu-près depuis 30 jusqu'à 60 livres de bon fer par quintal, quoiqu'à son inspection elle ne paroisse pas en contenir la moindre quantité.

Selon *Henckel*, la mine grise dont la couleur ressemble déjà très-fort au fer, est composée de petites lames ou feuillets gris qu'il ne faut pas confondre avec d'autres substances feuilletées, stériles & calcaires. Il faut s'assurer, autant qu'on le peut, si ces substances étrangeres sont nuisibles ou avantageuses à la fusion, si elles ne préjudicieront point à la bonté du métal, & comment on pourra remédier à cet inconvénient. D'autres fois cette mine est arrangée de façon qu'on ne peut point remarquer la figure des parties qui la composent. Celle-ci se reconnoît à sa couleur. Elle fournit de bon fer: l'hématite brune qui, quand on l'écrase devient jaune, en est une variété. La couleur brune n'annonce pas une mauvaise espece de fer, comme on peut s'en convaincre par les mines de Stirie, quoique souvent il s'y trouve des substances qui peuvent nuire au traitement & à la bonté du fer que l'on en tire.

La mine grise, suivant *Wallerius*, est cette espece qui est d'un gris à peu-près comme celui de la cendre, quelquefois plus clair. Elle tire sur le blanc quand on l'a brisée. Cette blancheur vient de la pierre avec laquelle elle est combinée, ou de l'antimoine & de l'arsénic qui y sont mêlés. C'est par la même raison que l'aimant n'attire que peu ou point cette mine, quoiqu'elle soit assez riche en fer. Il y en a qui est solide; il y en a en grains; d'autres en cubes, remplie de points brillants, feuilletée & striée. Cette derniere a des stries déliées ou grossieres, produites par l'antimoine qui s'y trouve mêlé; il y a de ces especes de mines qui sont moins foncées les unes que les autres.

SIXIEME ESPECE.

Mine de fer bleuâtre ou rougeâtre.

La mine de fer bleuâtre, suivant *Cramer*, tirant sur le rougeâtre, est fort pesante, fort dure & très-riche en bon fer; elle donne communément dans la premiere fonte depuis 60 jusqu'à 80 livres par quintal. La mine rouge de fer, dit *Henckel*, de même que la jaune, varie pour la consistance & la dureté. Il ne faut pas cependant mettre dans ce nombre la pierre de corne ou jaspe rouge qui se trouve quelquefois parmi les mines de fer, sans fournir néanmoins de ce métal. Cette mine est ordinairement sphérique, & d'un tissu strié; elle donne beaucoup de fer, mais il est cassant. Pour y remédier, & lorsqu'on traite cette mine à la forge, on y joint d'autres mines de fer. Celle d'un brun rouge ou foncé ou bleuâtre, a les mêmes qualités que la rouge.

Selon

Selon *Wallerius*, cette espece est tantôt d'un beau rouge, ou foncé, ou bleu, tantôt d'un gris tirant sur le bleu, ou d'un bleu tirant sur le rouge, sur-tout dans l'endroit de la fracture. Extérieurement elle est ou brune ou foncée, suivant les matieres qui entrent dans sa composition. Quelquefois elle est un peu attirable par l'aimant; d'autres fois elle ne l'est point du tout. Elle est riche en fer, & on la met au nombre des mines aisées à fondre, quoiqu'il y en ait qui ne soit fondue que difficilement. Il y a la mine bleuâtre solide à points brillants, qui est d'un bleu foncé. Il y en a en grains, de la cubique, de l'écailleuse, de la feuilletée.

SEPTIEME ESPECE.

Tête vitrée, ou Pierre hématite, sanguine, schist.

VOYEZ ce qu'en dit *Swedenborg* qui en a traité fort au long.

L'espece que nous allons décrire est convexe d'un côté, plate de l'autre, mais angulaire, rangée en forme de plans, qui tous tendent au même point, en sorte qu'elle représente à peu-près une pyramide irréguliere, ce qui se manifeste à sa cassure. Elle est assez polie, si l'on ôte la rouille qui couvre sa surface. Son intérieur présente des filets d'amianthe radiés, pourvu qu'on la casse parallélement à ses stries; car si la fracture leur est perpendiculaire, on voit des grains approchants de ceux d'un acier d'une trempe médiocre. Cette mine est d'un rouge-brun, très-pesante & très-dure; propriété qui la fait mettre en œuvre par différents Artisans pour polir le verre & l'acier. Au reste cette mine, dans sa totalité, n'est presque que du fer: si on la rôtit à un feu médiocre, elle se sépare en écailles qui sont du vrai fer, ainsi que le montrent l'épreuve par l'aimant, & toutes les menstrues humides, qui avant cela n'avoient aucune prise sur elle. Ces écailles fondues donnent un vrai régule de fer, blanc, aigre & qui ne devient malléable qu'avec beaucoup de difficulté.

L'hématite ou sanguine, dit *Henckel* est communément demi-sphérique, souvent en mammelons, ou formée en grappes, comme du raisin. On la nomme *sanguine*, parce que répandue sur les plaies, ou même prise intérieurement, elle passe pour arrêter le sang. Quand on l'écrase, & qu'on la mêle avec de l'eau, elle la rougit. Il y en a de brune & de jaunâtre, qui sont réellement de la même nature que la rouge. A *Sigmaringen* en Souabe, & en France dans le Bearn, il y a des montagnes qui fournissent une quantité inépuisable de petits globules jaunâtres & terreux qui ressemblent à des pois, des lentilles, des feves, des noisettes, & qui se trouvent dans une terre jaunâtre & ferrugineuse. On l'appelle *Mine en feves*, & on en tire une très-grande quantité de très-bon fer.

Il y a plusieurs sortes de sanguines qui contiennent à la vérité du fer,

mais que nous ne rangeons pas entre les mines de fer.

La terre appellée *Brouillamini*, eſt rouge, viſqueuſe, ayant peu d'odeur & de ſaveur. On la trouve dans les mines de fer, & on s'en ſert par préférence à la terre ſigillée, comme d'un remede contre le venin. Un Auteur rapporte qu'une terre appellée *Adamica rubra*, expoſée à l'air, & ſouvent abreuvée de roſée, étant, après quelques digeſtions, devenue très-peſante, avoit produit ſinon du mercure, au moins du fer : on ſe ſert en Sicile de cette terre pour faire des tuiles.

Les bols ont beaucoup de parties ferrugineuſes. *Mathiole* croit que le bol approche beaucoup du crayon rouge. Les nouvelles expériences ont appris que ces foſſiles étoient remplis de beaucoup de parties vitrioliques.

La pierre hématite, ſuivant *Wallerius*, eſt une mine de fer, ou ſtriée, ou comme cryſtalliſée, aſſez peſante, rouge par elle-même, ou tirant ſur le rouge, & donnant cette couleur au corps que l'on en frotte : elle n'eſt point attirable par l'aimant. Le fer qu'elle fournit eſt aigre, & l'on a beaucoup de peine à le rendre malléable. Le quintal de cette mine, en contient quelquefois jusqu'à 80 livres. Sous cette eſpece ſont :

1°, L'hématite rouge qui eſt remplie de ſtries non interrompues, leſquelles ſemblent ſe réunir à un même point ou centre : ces ſtries ou rayons ſont d'une figure pyramidale.

2°, L'hématite noirâtre qui eſt ſtriée, compoſée de la même façon que la précédente, mais un peu plus dure. Elle eſt noire ; cependant quand on l'écraſe, elle prend une couleur rougeâtre ou jaunâtre. Cette eſpece broyée donne quelquefois trois couleurs ou teintes différentes, du noir, du rouge & du blanc, ce qui la fait nommer *Trichrus*.

3°, L'hématite pourpre qui donne une teinte rouge. Il y en a dans le pays de Heſſe.

4°, L'hématite demi-ſphérique qui reſſemble à la moitié d'un crâne, & qui eſt de différentes couleurs. Il y en a de la rouge, de la noire & de la brune.

5°, L'hématite ſphérique. Cette eſpece de mine ſe forme en maſſes rondes, ou dans ſa matrice ou miniere, ou toute ſeule ; quelquefois elle n'eſt pas ſi groſſe qu'un pois.

6°, L'hématite en grappes. Elle paroît compoſée de petits grains ou mammelons qei ſe ſont grouppés, & qui forment une maſſe reſſemblante à une grappe de raiſin.

7°, L'hématite en pyramide. Cette eſpece eſt parſemée de pyramides ou de pointes diſpoſées comme celle d'un hériſſon.

8°, L'hématite cellulaire. Cette mine eſt compoſée de feuilles minces & ſerrées qui forment des creux ou cavités, ſemblables à celle d'un rayon de miel. Il y en a à *Mortgrube*, en *Norberg*, & à *Rauloire* en *Luleo*, dans la Lapponie Suédoiſe.

Il y a de l'hématite qui paroît ſtriée à l'extérieur, mais qui intérieurement eſt compoſée de lames ou de feuilles. Je ſuis perſuadé, dit *Lehmann*, que l'hématite ne doit ſa formation qu'au deſſéchement des gurhs ferrugineux : en effet dans certaines hématites, ſur-tout celles qui ſont en mammelons, & qui reſſemblent à des grappes de raiſin, on voit très-diſtinctement par les feuillets dont elles ſont compoſées, qu'elles ont été formées ſucceſſivement, & que ces feuillets ſe ſont placés les uns ſur les autres.

HUITIEME ESPECE.

Mine de fer ſpéculaire.

CETTE mine eſt de différentes couleurs, mais ordinairement d'un gris tirant ſur le noir ; elle a toujours au moins un côté uni & luiſant comme un miroir : elle eſt riche en fer ; & l'aimant l'attire. Cette eſpece de mine eſt ſouvent mêlée avec l'hématite. Il y en a en lames, de la feuilletée, de la contournée, ſuivant la nature des matieres avec leſquelles elle ſe trouve mêlée : il y en a auſſi de la quadrangulaire, qui a aſſez de reſſemblance avec le ſpath rhomboïdal ou cubique.

La mine de fer griſe, luiſante, a preſque la même couleur que le fer : elle paroît ſouvent compoſée d'un aſſemblage de petits feuillets minces & de couleur griſe ; mais quelquefois on ne peut diſcerner la figure de ſes parties. Celles qui ſont dans ce cas ſont plus attirables par l'aimant, & fourniſſent un meilleur fer que les autres.

NEUVIEME ESPECE.

L'Aimant.

L'AIMANT eſt une pierre brune ou rougeâtre, peſante, peu dure, quand elle eſt pure ; ſouvent mêlée de cailloux & de ſpath, ce qui diminue de ſa qualité. Il peut quelquefois être regardé comme une mine, propre à être traitée à la forge. Il y en a en Suede qui fournit beaucoup de fer : mais pour l'ordinaire il n'en donne que très-peu & d'une mauvaiſe qualité. *Lémery* conjecture que l'aimant pourroit originairement avoir été du fer, dont la chaleur de la terre auroit enlevé les parties huileuſes ; mais cette conjecture n'a aucun fondement. A Saint-Nazaire en Bretagne, à une demi-lieue du moulin de la Noë & du Village de Ville-Saint-Martin, il y a un champ nommé *le Champ d'Aimant*, parce que les cailloux qu'on y trouve ſont des pierres d'aimant. En creuſant, un Particulier en trouva une pierre qui fut eſtimée deux cents piſtoles.

L'aimant, près de la limaille de fer, ou de quelques morceaux de fer,

les attire ſur le champ; il a auſſi la propriété d'indiquer les poles : la cauſe de ces phénomenes eſt inconnue. On trouve de l'aimant ſolide d'un gris de fer, de couleur de fer grainelé, rempli de points brillants, du brun ou rougeâtre, du bleuâtre ou blanchâtre, &c.

Les mines d'aimant que l'on trouve au pays bas de *Ranshire*, tant celles où l'aimant eſt diſperſé çà & là par petits fragments, que celles que l'on trouve en grandes maſſes, & unies à la mine de fer, ſont toutes dirigées de l'Eſt à l'Oueſt, & non du Nord au Sud; ce qui détruit l'opinion de ceux qui prétendent que l'aimant doit ſa direction polaire, à celle qu'il avoit originairement dans la miniere.

DIXIEME ESPECE.

Fer minéraliſé dans le ſable.

CE ſable n'eſt qu'un aſſemblage de petits grains de fer très-déliés. Il eſt aiſé de le diſtinguer du ſable ordinaire, tant par ſa couleur qui eſt noire ou foncée, que par l'aimant qui l'attire fortement. Il y en a du noir aſſez riche en fer. Quelques-uns le regardent comme du fer vierge. Il y en a auſſi de différentes couleurs, du brun ou rougeâtre : cette derniere eſpece ne contient pas beaucoup de fer. On l'a fait quelquefois paſſer pour du ſable d'or; mais ſi l'on en met dans de l'eau forte, elle lui donne une couleur de brun foncé, & le ſable reſte blanc comme du ſable ordinaire. *Gellert*, parlant de la mine limoneuſe, dit qu'il faut mettre dans le même rang le ſable noirâtre, ou brun, dont, en quelques endroits, on tire de très-bon fer.

ONZIEME ESPECE.

Fer dans du limon : Mines de Marais, des Lacs.

VOYEZ ce qu'en a dit *Swedenborg* qui eſt entré dans un grand détail, & très-intéreſſant par les concluſions qu'on en peut tirer.

Suivant *Wallerius*, cette mine eſt toujours d'une couleur brune ou foncée : lorſqu'elle a été durcie à l'air, elle reſſemble à du fer rouillé. Elle eſt intérieurement, bleue, ou ordinairement couleur de fer. Elle ſe trouve ſous l'eau au fond des lacs ou des marais; elle y eſt ſous une forme terreſtre, & d'une conſiſtance limoneuſe & peu compacte. On en tire du fer qui eſt caſſant ſoit à froid ſoit à chaud. L'aimant ne l'attire point. Il y a :

1°, La mine de fer limoneuſe-rougeâtre : celle-ci eſt d'un brun tirant ſur le rouge, & ſe trouve quelquefois en grains comme du ſable, d'autres fois en maſſes plus groſſes. Quand elle n'a point été ſéchée à l'air, on ne la trouve pas compacte, mais ſeulement rude au toucher.

2, La mine de fer limoneuſe verte: elle eſt ou en grains de ſable ou en maſſes.

3°, La mine de fer limoneuſe d'un noir bleuâtre : elle reſſemble dans l'extérieur à de l'acier brûlé, & eſt d'une couleur très-foncée, tirant ſur le bleu.

4°, La mine limoneuſe brune, de figure indéterminée : il y en a au fond des lacs. Elle n'a point de figure déterminée, & reſſemble à du gravier. Cette mine eſt très-tendre & très-friable. Lorſqu'on la caſſe, on la trouve intérieurement entre-mêlée de bleu; à l'extérieur elle paroît d'un brun foncé.

5°, La mine limoneuſe en globules; ſa figure eſt ſphérique. Elle eſt feuilletée & de la groſſeur d'une feve. Quelquefois elle eſt compacte & de la groſſeur d'un pois : on la nomme alors *Mine de pois*. Celle qui eſt feuilletée ou par écailles, renferme ſouvent un grain ou un noyau.

6°, La mine de fer limoneuſe lenticulaire : elle eſt compoſée d'un aſſemblage de petits gâteaux minces, applatis, formés par de petites écailles, & renfermant au-dedans un grain, tantôt plus gros, tantôt plus petit. Ces petits gâteaux reſſemblent à de la monnoie.

7°, Il y a une eſpece de mine limoneuſe que les Mineurs appellent *Mine à tuyau* : elle eſt comme criblée de trous. Ce n'eſt autre choſe qu'une mine limoneuſe ; & les trous qu'on y voit, n'ont été occaſionnés que par les racines d'herbes, qu'elle a enveloppées & embraſſées, leſquelles ſe ſont pourries par la ſuite.

Toutes les mines limoneuſes ſe trouvent également dans des endroits creux & ſecs, ainſi que dans les lacs & marais. Elles ſont graveleuſes & ſabloneuſes. En les briſant, elles deviennent luiſantes à l'intérieur, & entre-mêlées d'une couleur bleuâtre.

DOUZIEME ESPECE.

L'Ochre martial.

L'OCHRE martiale, dit *Gellert*, eſt ordinairement formée par la décompoſition d'une mine de fer, & ſur-tout par celle d'une pyrite tombée en efflorefcence. Elle eſt de la couleur de la rouille, & d'une nuance plus ou moins vive, ſuivant les circonſtances. On en trouve quelquefois dans les eaux de certaines ſources, ſur-tout dans celles qui ſont minérales, que l'ochre rend troubles & jaunâtres, & au fond deſquelles il ſe fait un dépôt. On la rencontre mêlée avec l'argile, les terres bolaires & la marne, ce qui la rend impure. Elle eſt quelquefois aſſez riche pour qu'on puiſſe en tirer le fer avec profit.

L'ochre, ſuivant *Cramer*, doit ſon origine à une mine de fer réſoute,

& ſur-tout au débris d'une pyrite jaune ; car l'art & la nature ſont également capables de convertir en ochre le fer & ſes mines. Il y a d'ailleurs des pyrites, principalement les jaunes, qui ſe métamorphoſent en peu de temps, d'abord en vitriol, puis en ochre. Cette matiere eſt mêlée d'une terre un peu graſſe. Le rouge qui eſt ſa couleur, jaunit, & il devient quelquefois plus brun pour l'addition d'une autre terre, dont les différentes préparations occaſionnent les variétés de ſon poids. Elle ſe trouve également dans les lieux ſecs & marécageux. Les eaux des fontaines, principalement les minérales, en charient ; ce qui les rend jaunes & bourbeuſes. Il y en a preſque par-tout : tantôt elle eſt mêlée aux marnes, aux terres glaiſes, aux bols ; tantôt elle eſt par filons ou gangues, ou par couches. Elle eſt ordinairement aſſez riche en fer pour payer les frais de ſon exploitation, auſſi bien qu'une bonne mine de fer.

Un Auteur nous dit que les ochres ſont des terres ferrugineuſes qui ſe trouvent parmi les métaux, & ſont compoſées de ſubſtances hétérogenes dont la couleur provient toujours d'une ſubſtance métallique, telle que le fer, laquelle pénetre & diſſout leurs parties. Ainſi on pourroit appeller les ochres des *Terres métalliques*.

L'ochre, dit *Henckel*, ou terre brune des mines, & les ochres qui ſe trouvent dans les eaux minérales, ſur-tout dans les acidules qui ſont produites par la décompoſition des pyrites, donnent, par l'eſſai, un vrai régule de fer.

Suivant *Wallerius*, l'ochre eſt une pure terre qui en a la conſiſtance, & qui n'eſt minéraliſée ni par le ſoufre ni par l'arſénic : lorſqu'elle n'a point été rouge auparavant, elle le devient au feu. Lorſqu'on y joint une matiere inflammable, elle ſe réduit entierement en fer, à moins qu'elle ne ſoit mêlée avec de la terre qui s'oppoſe à cette réduction. L'ochre fournit un fer qui eſt caſſant à chaud. Sous cette eſpece ſont :

1°, L'ochre jaune, plus ou moins foncée : quelquefois elle a la couleur du ſafran, ſur-tout lorſqu'elle ſe trouve jointe à des pierres. On la nomme pour lors *Marne de pierre* ou *Ecume de mer*. Sa conſiſtance eſt tantot ferme, tantôt friable ; elle colore les mains.

2°, L'ochre brune. C'eſt une terre brune qui prend au feu une couleur plus foncée : elle tache les mains ; ſa couleur lui vient du mêlange de quelques ſubſtances étrangeres.

3°, L'ochre rouge : elle eſt d'un rouge pâle, mêlée d'une matiere friable, qui ſe réduit en pouſſiere. Elle devient auſſi dans le feu d'une couleur plus foncée. Elle colore les mains ; mais elle ne vaut rien pour deſſiner, & l'on ne peut s'en ſervir en crayon.

4°, La ſanguine ou crayon rouge dont nous avons parlé, eſt une eſpece d'ochre dure, d'un rouge foncé, mêlée avec une argile qui la rend graſſe au toucher, qui ſe détruit dans le feu, & y devient d'une couleur plus foncée, propre à ſervir de crayon.

5°, L'ochre dans le bois pétrifié. L'ochre ſe précipite ſur les arbres qui ſont dans les entrailles de la terre : ils deviennent d'une couleur brune, & contiennent du fer, quoiqu'ils conſervent toujours leur figure & leur tiſſu végétal. Les mines de fer, qui portent les apparences d'avoir été du bois, telles que celles *d'Orbiſſau* en Bohême, où il s'en trouve une quantité, ſoit par couches ou autrement [a], donnent une petite quantité d'un excellent fer; ce qui vient des parties étrangeres qui ont pu s'y joindre pendant leur formation.

La conſiſtance & la figure varient dans toutes les eſpeces d'ochres. Il y a : 1°, l'ochre en pouſſiere; telle eſt l'ochre rouge & la jaune qui ſe trouvent dans les pierres : 2°, celle en croute, comme l'eſpece d'ochre à écorce [b] qui eſt compoſée de croutes ou d'écorces placées les unes ſur les autres : 3°, l'ochre en pierre, & dure comme le crayon. Cette ochre eſt une terre ferrugineuſe, dont il faut chercher l'origine dans la décompoſition d'une pyrite ou d'une mine de fer ſulphureuſe.

§. II.

Mines de fer réfractaires, voraces, & dont on ne tire rien.

TREIZIEME ESPECE.

Emeri.

L'ÉMERI, dit *Gellert*, eſt d'une couleur griſe ſemblable au ſpath : il eſt très-dur, très-difficile à mettre en fuſion, & contient fort peu de fer. Suivant *Cramer*, c'eſt une ſubſtance qui n'a pas été ſuffiſamment examinée; c'eſt la plus dure de toutes les mines de fer connues. Elle eſt pour l'ordinaire entremêlée de pierres talqueuſes, molles, & on ne la trouve que rarement pure. Elle eſt très-refractaire, couleur de ſpath, tirant ſur le gris, & le cede un peu à l'hématite en peſanteur. Cela n'eſt pas étonnant; car elle contient beaucoup moins de métal. On néglige de l'en extraire, parce qu'il ne ſeroit pas capable de dédommager des frais.

L'émeri, ſuivant *Wallerius*, eſt de toutes les mines de fer la plus dure : elle eſt très-compacte, ſans être auſſi peſante que la pierre hématite. Sa couleur eſt d'un gris de fer; elle ne contient que très-peu de métal, & n'eſt point attirable par l'aimant. Elle eſt réfractaire au feu, & n'entre que très-difficilement en fuſion; cependant on parvient à en tirer un régule, que l'aimant attire. Sa dureté eſt ſi grande qu'on peut s'en ſervir à polir le verre, & les pierres les plus dures. Il y a : 1°, l'émeri brun ou rouge; on doit le regarder comme une eſpece de pierre à fuſil, entre-mêlée de particules brillantes

(a) Un Auteur en a donné un Traité ſous le titre : *De ligno in mineram ferri immutato.*
(b) *Cruſtacea.*

de fer. Il s'y trouve quelquefois de petits points, ou des veines d'or ou d'argent.

2°, L'émeri noirâtre. Cette espece est d'un gris de fer : elle contient plus de fer que la précédente : il s'y trouve même quelquefois un peu de cuivre. Comme l'émeri devient très-dur au feu, & que d'ailleurs il ne contient que très-peu de fer, on ne le travaille point dans les fonderies.

QUATORZIEME ESPECE.

Magnésie, Manganese, Pierre brune.

SUIVANT *Gellert*, la magnésie est un minéral de figure indéterminée, striée, & dont la couleur est grise ou d'un brun noirâtre, comme de la suie : elle donne un fer cassant & en petite quantité. C'est, dit *Cramer*, une mine de fer d'un gris brun, qui n'a de figure constante que celle que lui donnent des stries fines & en aiguilles, disposées comme le bois d'un éventail. Elle contient du fer, & se trouve dans les mines de ce métal; mais elle ne vaut pas la peine d'être traitée; car elle est vorace, & donne un fer aigre & cassant. Elle a assez de ressemblance avec une autre mine martiale, d'un gris obscur, resplendissante & striée, mais vorace & arsenicale, ce qui l'empêche d'être exploitée. Les Allemands nomment cette derniere *Eisennan eiseinglimmer*, & la premiere *Braunstein*.

Un autre nous apprend que la magnésie est une espece de mine de fer pesante, friable & brillante, approchant assez de l'antimoine, mais plus tendre & plus cassante. On lui donne souvent le nom de *Savon de verre*. Il y en a de la rougeâtre & de la noire, qui sont en usage chez les Emailleurs & Potiers de terre, ainsi que chez les Verriers, pour purifier le verre, lui donner de l'éclat & vernisser leurs poteries. Ce minéral vient des carrieres de Piémont.

Suivant *Henckel*, la magnésie est ordinairement striée ; quelquefois écailleuse, quoiqu'assez solide : elle est mêlée d'une terre alumineuse, & contient peu de fer. La magnésie qui ressemble à de la suie, & qui souvent est striée comme la mine de l'antimoine, sert aux Potiers pour vernisser en noir leurs pots.

Le magnésie, suivant *Wallerius*, est une mine très-friable, semblable à de la suie, quelquefois un peu rougeâtre, mais plus communément noire. Elle noircit les mains, & l'on y voit répandues des stries qui se croisent. On en trouve aussi avec des stries grossieres & des écailles. Sa figure varie, & l'aimant ne l'attire point. Quand on la fait entrer en fusion, elle produit un verre jaune ou tirant sur le violet. Elle contient très-peu de fer. Il y a la magnésie solide, la striée ; cette derniere est grossiere & a de grandes stries. Elle est mêlée avec une pierre qui est aussi striée. Il y a encore la magnésie

magnéſie écailleuſe, la magnéſie en cubes brillants. Le quintal contient dix livres de fer, quelquefois un peu plus.

On ne tire point de fer par la fuſion de la magnéſie, quoique le quintal en contienne dix livres, & même un peu plus, & qu'elle ſoit mêlée d'une terre alumineuſe. Voyez *Pott, de Sale Communi.*

QUINZIEME ESPECE.

Mines de fer arſenicale. Wolfram.

CRAMER obſerve que ce n'eſt pas l'arſenic par lui-même, qui rend les mines réfractaires, mais une terre qui eſt toujours unie à ſes mines propres, & principalement à celles du cobolt qui réſiſte à la fuſion, & adhere opiniâtrément aux métaux, ſur-tout au cuivre & au fer, par l'intermede de l'arſenic qui eſt fixé en partie.

Gellert range entre les mines de fer arſenicales, 1°, la blonde, qui au-dehors reſſemble beaucoup à la mine de plomb : outre du zinc, il entre dans ſa compoſition du ſoufre, de l'arſenic, beaucoup de ſubſtances non-métalliques, & une terre martiale.

2°, Le *wolfram* qui eſt minéral d'un gris-brun foncé, ſtrié, quelquefois compoſé de fibres qui forment un tiſſu irrégulier ; d'autres fois il eſt formé par un aſſemblage de feuilles minces, placées les unes ſur les autres : ce qu'on détache de ce minéral, en le raclant avec un couteau, eſt d'un rouge foncé.

3°, Le *ſchrit.* C'eſt un minéral qui, à l'extérieur, differe très-peu du *wolfram*, excepté que communément il eſt d'une figure priſmatique : quand on en détache quelques parties avec le couteau, il ne devient point rouge. Ces deux derniers minéraux n'ont pas été encore ſuffiſamment examinés.

A en juger par ſon poids le *wolfram* contient beaucoup de fer qu'il eſt difficile d'en tirer. Il ſe trouve dans les minieres d'étain. C'eſt un minéral d'une mauvaiſe eſpece qui ne dévore pas l'étain, comme ſe l'imaginent les Ouvriers des mines, mais qui le rend dur, réfractaire & très-caſſant, à cauſe du fer qu'il contient. Ce minéral eſt proprement une mauvaiſe mine de fer qui, outre le fer, eſt compoſée d'une terre calcaire, d'une terre réfractaire, d'acides ſulfureux & d'un peu de ſoufre & d'arſenic.

Il y a encore un autre minéral qu'on nomme *wolfram* qui differe du premier en ce qu'il eſt en petits priſmes, minces & oblongs ; qu'il eſt plus léger, au point de ſurnager même à l'eau, & que quelquefois ſa couleur eſt blanche. Voilà ce qu'en dit *Henckel.*

La mine de fer arſenicale, ſuivant *Wallerius*, eſt d'un brun tirant ſur le noir, ou un peu rougeâtre. Elle eſt cryſtalliſée en cubes, en ſtries, ou d'autres figures. Elle reſſemble beaucoup aux cryſtaux minéraux d'étain, mais elle eſt plus légere. En l'écraſant, elle donne une couleur rouge ; ſes côtés

ſont unis & brillants, & ſes angles pointus. Frappée avec l'acier, elle donne des étincelles, & contient toujours du fer, ainſi que de l'arſenic. On a :

1°, La mine de fer arſenicale cubique : on la confond ſouvent avec la mine d'étain cryſtalliſée.

2°, La mine de fer arſenicale ſtriée : cette mine a de petites ſtries qui paroiſſent ſemblables à celles de la mine d'antimoine, avec laquelle on la confond aiſément : ſes ſtries viennent ſe réunir dans un centre.

3°, La mine arſenicale compacte à petits points polyhedres : c'eſt un aſſemblage de pluſieurs petits cryſtaux polyhedres étroitement unis les uns aux autres.

4°, La mine de fer arſenicale demi-tranſparente. Ce minéral eſt de couleur rouge, compoſé de cryſtaux polyhedres, feuilletés & demi-tranſparents, qui reſſemblent beaucoup à des grenats. La mine de fer arſenicale ſe trouve très-ſouvent dans les mines d'où l'on tire l'étain. Il y en a une eſpece toute particuliere qui eſt cubique, dans les mines de *Weſtouſors* en *Weſtunland*.

SEIZIEME ESPECE.

Mica ferrugineux.

LE MICA ferrugineux, ſuivant *Gellert*, donne très-communément un fer aigre & caſſant : on le travaille cependant quelquefois dans les forges ; mais on donne la préférence à celui qui eſt rouge ſur celui qui eſt noir. C'eſt une mine d'un brillant obſcur. Outre le fer, elle contient beaucoup d'arſenic, qui eſt la cauſe de ſa fragilité ou de ſon aigreur.

Le mica ferrugineux eſt une eſpece de talc, mais plus claire & plus brillante. Cette matiere réſiſte au feu & à l'eau. Elle eſt de différentes couleurs, d'or, d'argent, noir. Cette derniere eſt le mica noir, *Sterile nigrum*. L'eſpece la plus diaphane & la plus éclatante eſt compoſée de grandes lames, qui peuvent ſe ſéparer les unes des autres & demi-flexibles. Elle s'appelle Selenite-talc, *Selenites*, *Glacies Mariæ* ; nom que l'on donne quelquefois, mais improprement, à un ſpath tranſparent & brillant, & qui ſi on le caſſe, préſente des fragments rhomboïdes qui ſe levent par écailles : c'eſt une matiere gypſeuſe. *Henckel* dit que le mica ferrugineux qui eſt ou rouge ou noir, jaune, brun, &c, quand on eſt à portée d'en avoir, ſe travaille quelquefois avec ſuccès dans les forges ; cependant que les rouges ſont à préférer aux noirs, attendu que ces derniers contiennent quelque choſe de nuiſible, qui eſt de la nature du crayon noir.

Suivant *Wallerius*, le mica ferrugineux eſt une mine compoſée d'écailles très-déliées. Sa couleur eſt ou rouge ou gris de fer ; mais la poudre qu'on en détache avec la lime eſt rouge & ſemblable à celle qui vient de la pierre hématite. Elle eſt très-peu compacte ; on peut l'écraſer entre les doigts

& ces petites parties écrafées rendent les doigts, ou luifants, ou rougeâtres. Elle eft peu arfenicale. Il y a :

1°, Le mica ferrugineux qui eft un minéral gris de fer ou d'un gris tirant fur le noir : il eft compofé d'écailles qui furnagent à la furface de l'eau : réduit en poudre, il eft rougeâtre & luifant; mais il ne colore point les mains.

2°, Le mica ferrugineux rouge. Il eft d'un rouge foncé comme le crayon rouge, rempli de petits points brillants, & gras au toucher, comme la mine de plomb. Il tache les doigts; & donne une couleur rouge à l'eau, au fond de laquelle il tombe. Si on le réduit en poudre, & qu'on le calcine au feu, il ne fouffre point d'altération fenfible.

§. III.

Fer qui fe trouve mêlé à différentes fubftances du regne minéral.

1°, Terres martiales. On ne peut en donner une defcription particuliere. Il y a du fer en pouffiere, dans la terre, dans le limon, dans l'argile, dans la marne, mais fur-tout dans les terres bolaires, c'eft-à-dire, dans les efpeces de terres vifqueufes & graffes qui font brunes, rouges ou noires.

2°. Pierres martiales. On ne peut point non plus en déduire exactement les efpeces. On trouve du fer dans toutes les pierres rouges, brunes ou noires; dans la pierre à chaux, les marbres, les fpaths de différentes couleurs; dans la pierre à fufil, l'agathe, la cornaline, les pierres de roche, les jafpes, les grenats, les quartz, les améthyftes, les hyacinthes, les rubis, &c.

3°, Vitriol verd, vitriol martial, couperofe : la couleur de ce vitriol eft verte. La chaleur le décompofe, & le réduit en une poudre grife : lorfqu'il a été diffous dans l'eau, il fe dépofe au fond du vafe, une matiere jaune; & au bout d'un certain temps, il donne une couleur jaune au verre dans lequel on fait la diffolution. Il y en a en cryftaux, en ftalactites & en fleurs.

4°, Le vitriol mêlé ou mixte. C'eft ainfi qu'on nomme le vitriol compofé de plus d'une fubftance métallique, & qui contient du fer & du cuivre à la fois, ou du zinc, du cuivre & du fer.

5°, La terre vitriolique, qui eft une pure terre mêlée de vitriol ou une pyrite décompofée & tombée en efflorefcence, qu'il eft aifé de reconnoître à fon goût ftiptique, comme celui de l'encre. Il y en a de la rouge, de la jaunâtre, de la noirâtre, de la verte, de la bleue : les noires, jaunes & rouges contiennent ordinairement du vitriol martial; les bleues & les vertes, du vitriol cuivreux; mais rarement fans mêlange.

6°, La pierre atramentaire ou pierre vitriolique, qui eft une pierre de différentes couleurs, laquelle contient du vitriol, comme on peut s'en convaincre en la portant fur la langue pour la goûter. Elle a la propriété de fe décompofer.

Il y en a de la rouge, de la jaune qui eſt tendre, & pour l'ordinaire d'une couleur changeante & variée, de la noire de la griſe, qui eſt ou d'un gris clair, ou d'un gris foncé. A l'air elle tombe aiſément en effloreſcence.

7°. La pyrite qui eſt un minéral de figure indéterminée, dont la couleur eſt d'un jaune pâle & brillant. Il fait plus ou moins de feu, lorſqu'on le frappe avec l'acier, à proportion de ſa dureté. Les étincelles qui en partent ſont grandes, & accompagnées d'une odeur ſulfureuſe. La pyrite ſe caſſe dans le feu : elle y produit une flamme de couleur bleue, d'un jaune brillant, devient une poudre d'un rouge foncé. Elle contient du fer. Il y a 1°, la pyrite ſolide qui donne beaucoup d'étincelles, lorſqu'on la frappe avec l'acier ; c'eſt la vraie pierre à feu des anciens ; 2°, la pyrite dure qui donne auſſi des étincelles, lorſqu'on la frappe avec l'acier, cependant moins que la précédente : elle eſt mêlée avec de la pierre dure, c'eſt ce qui l'empêche de tomber elle-même en effloreſcence à l'air ; il faut pour cela qu'elle ait été grillée auparavant. 3°, La pyrite molle, qui, frappée avec l'acier, ne donne que peu ou point d'étincelles, parce qu'étant mêlée avec une pierre tendre, elle ſe caſſe & ſe met en grains plutôt que de faire feu : elle ſe décompoſe d'elle-même à l'air, & contient moins de fer que les deux autres dont on vient de parler.

8°, Pyrites en globules. Elles ſont de différentes couleurs, plus ou moins ſphériques, de la forme de rognons ou en gâteaux, mêlées de terre & de parties étrangeres. Elles ſont intérieurement ou ſolides ou compactes, ou feuilletées ou ſtriées. Elles contiennent tantôt plus, tantôt moins de fer & de ſoufre, & ne font pas toujours feu lorſqu'on les frappe avec l'acier. Il y en a en globules ſphériques, demi-ſphériques, oblongs, en grappes de raiſins, en gâteaux. Il y en a d'un jaune pâle, des noirâtres, d'un gris clair, de couleur de rouille.

9°, Marcaſſites ou pyrites cryſtalliſées. Il y en a de différentes figures & en cryſtaux de différentes formes : elles ſont d'un jaune brillant. Frappées avec l'acier, elles donnent beaucoup d'étincelles ; elles perdent leur couleur dans le feu, & y deviennent ou brunes ou rouges. Enfin elles contiennent du fer, du ſoufre, & ſouvent beaucoup de cuivre.

10°, Pyrite brune, qui eſt d'un rouge foncé comme la couleur du foie, contenant beaucoup de ſoufre, beaucoup de fer, preſque point d'arſenic, & point du tout de cuivre. Il y en a en lames, à gros grains, & de la cubique.

11°, Fer avec l'arſenic. Il ſe trouve dans la mine d'arſenic teſtacée, cubique blanche, ou pyrite blanche, la pierre arſenicale.

12°, Avec le zinc dans la mine blanchâtre, bleuâtre, ondulée, brune couleur de fer. *Henckel* dit que la mine de zinc que l'on trouve aux environs de *Goſlar*, eſt une vraie mine de fer.

13°, On

13°, On trouve encore le fer dans la calamine, ou pierre calaminaire, la blonde, la mine de cuivre azurée, vitreuſe, griſe, hépatique, ou couleur de foie, blanche, jaune, ou pyrite cuivreuſe, d'un jaune pâle, mine de cuivre verdâtre, figurée dans de l'ardoiſe, terreuſe.

14°, Avec l'étain, dans la mine cryſtalliſée, dans la pierre d'étain.

15°, Avec l'argent, dans la mine d'argent, rouge, noire, griſe.

16°, Il y a des raiſons de douter s'il y a du fer ſans le mêlange de quelques particules d'or. Ce qu'on appelle communément *Mine d'or*, contient auſſi des parties de fer. Un phénomene digne de remarque, ſuivant *Lehmann* (41), eſt que dans toutes les mines de fer, on trouve un léger veſtige d'or; & même en général on peut parvenir à tirer du fer un atome d'or. Il n'y a point de mines, diſent les Mineurs, quelque riches qu'elles ſoient, qui n'ayent un chapeau de fer.

§ IV

Fer qui ſe trouve mêlé à différentes Eaux.

1°, Il y a l'eau acide vitriolique ſpiritueuſe, qui contient une vapeur vitriolique ſi ſubtile qu'il n'eſt pas difficile de la reconnoître, ſoit à l'odeur, ſur-tout après avoir fortement ſecoué l'eau dans une bouteille bien bouchée, ſoit à l'infuſion de noix de galles, avec laquelle elle noircira peu à peu, ſi elle contient un vrai vitriol, propre à former des cryſtaux.

2°. L'eau vitriolique martiale, qui contient un vitriol de Mars; auſſi noircit-elle toujours lorſqu'on y verſe de l'infuſion de noix de galles: cette épreuve eſt ſi sûre, que toute eau qui ne devient pas noire lorſqu'on y verſe de l'infuſion de noix de galles, ne contient point de vitriol martial, quand même elle en auroit l'odeur & le goût.

3°, Les eaux acidules martiales, ou vitrioliques, qui ne contiennent point de particules ferrugineuſes groſſieres, comme on pourroit ſe l'imaginer. Elles ſont ſimplement chargées de vitriol martial qu'on peut reconnoître au goût d'encre qu'elles ont pour l'ordinaire; & à la couleur noire ou pourpre que leur donne l'infuſion de noix de galles, ſelon qu'elles ſont plus ou moins chargées de parties vitrioliques. D'ailleurs elles dépoſent toujours une ochre ou matiere jaune, lorſqu'elles ont ſéjourné quelque temps dans un verre. On voit auſſi communément cette même matiere s'attacher aux tuyaux de la ſource. Il y a des acidules vitrioliques-volatiles, des acidules vitrioliques-martiales ſimples; il y en a auſſi des alkalines, des bitumineuſes, d'autres qui contiennent du ſel marin.

4°, Les eaux thermales, martiales ou vitrioliques, alkalines, neutres, &c. Voyez *Swedenborg*.

L'eau, dit *M. Rouelle*, entraîne facilement le fer, & quelquefois l'em-

porte fort au loin. Il faut pour cela qu'il ſoit vitriolisé. Lorſqu'il ſe rencontre quelque terre abſorbante, l'acide vitriolique quitte ce métal qui flotte encore quelque temps dans l'eau, mais qui enfin ſe dépoſe dans la terre, & y forme les terres martiales, les géodes, les œchites ou pierres d'aigle, ſuivant les différents arrangements qu'il prend.

§. V.

Fer qui ſe trouve dans le regne végétal & animal.

« PLUSIEURS ſubſtances du regne animal & du regne végétal, dit *Leh-* » *mann*, donnent beaucoup de très-bon fer, tels que ſont le bois de chêne » d'*Orbiſſau* en Bohême ; les grandes coquilles de *Freyenwald*, à ſix milles » de Berlin, qui ſont changées en mines de fer ; la mine de fer de *Hutten-* » *rode*, dans le pays de *Blaukenbourg*, qui eſt remplie de turbinites, &c ». D'ailleurs, le fer étant ſi généralement répandu dans le regne minéral, comme nous venons de le voir ; & ce métal étant diſpoſé à ſe diſſoudre, & à être décompoſé par tous les acides, il n'eſt pas ſurprenant qu'il ſoit porté dans les végétaux, pour ſervir à leur accroiſſement, & entrer dans leur compoſition. Il y en a même qui ont penſé que c'eſt le fer diverſement modifié, qui eſt le principe des différentes couleurs qu'on y remarque. S'il étoit ainſi, il n'y auroit pas lieu de s'étonner s'il ſe trouve du fer dans les cendres des ſubſtances animales. Il eſt aiſé de voir qu'il a dû paſſer néceſſairement dans le corps des animaux, au moyen des végétaux qui leur ont ſervi d'aliments. Voyez dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, la longue diſpute de *MM. Lémery* & *Geoffroy*, ſur l'origine du fer, tiré des cendres des végétaux.

Des expériences réitérées prouvent qu'il ſe trouve plus ou moins de fer dans le ſang des animaux. C'eſt la chair & le ſang des hommes, qui en contiennent la plus grande quantité. Les quadrupedes, les poiſſons, les oiſeaux viennent enſuite. Il faut pour cela que les parties d'animaux ſoient réduites en cendres : & alors on trouvera que dans les os & les graiſſes, il n'y a point du tout de fer ; qu'il n'y en a que très-peu dans la chair ; mais que le ſang en contient beaucoup. Ces parties de fer ne ſe trouvent point dans la partie ſéreuſe, mais dans les globules rouges qui donnent au ſang ſa couleur & ſa conſiſtance.

Menghini, ſçavant Italien, a cherché à calculer la quantité de fer contenue dans chaque animal, & il a trouvé que deux onces de la partie rouge du ſang humain, donnoient vingt grains d'une cendre attirable par l'aimant : d'où il conclut, qu'en ſuppoſant qu'il y ait dans le corps d'un adulte vingt-cinq livres de ſang, dont la moitié eſt rouge dans la plûpart des animaux, on doit y trouver ſoixante-dix ſcrupules de parties de fer attirables par

l'aimant. *Gesner* rapporte ces expériences ; & il y joint ses conjectures qui sont que les parties de fer qui se trouvent dans le sang, doivent contribuer à sa chaleur, en ce qu'elles doivent s'échauffer par le frottement que le mouvement doit causer entr'elles ; & il insinue que ces phénomenes étant examinés avec soin, peuvent éclairer la médecine, & jetter du jour sur les maladies inflammatoires. D'ailleurs on sçait que les remedes martiaux excitent, dans les commencements, un mouvement de fievre dans ceux qui en font usage.

Les remedes qu'on tire du fer, ont été connus dans des temps très-reculés. *Homere* nous apprend qu'Achille, éleve du Centaure Chyron, guérit Télephe, Roi de Mysie, par la rouille de la lance qui l'avoit blessé.

ARTICLE PREMIER.

Résultat de l'examen des Substances qui contiennent du Fer.

SI CET examen fait voir le peu d'accord des Minéralogistes sur certains points, & conséquemment combien il y a encore de chemin à faire avant que de pouvoir parler avec précision des substances qui contiennent l'élément du fer ; d'un autre côté, il répand quelques lumieres sur la quantité, la formation, l'accroissement & la décomposition de ses mines. La comparaison peut nous montrer combien nous avons en France de mines de marais actuellement desséchées. Il est aisé de sentir d'où vient que dans ces marais les parties enrichies de mines forment des especes de tombeaux, des élévations ; sur quoi on peut voir *Swedenborg*, dont la remarque est intéressante. On peut tenter d'expliquer la formation des pierres d'aigle, des empreintes, le remplissage de quelques cavernes, de quelques tuyaux remplis de fer qui se trouvent dans le sein des montagnes. La couleur blanche des stalactites ferrugineuses nous dit assez qu'elles sont totalement privées du phlogistique. Le gouvernement, dit *Swedenborg*, en parlant des lieux où sont les stalactites ferrugineuses, en fait tenir la porte fermée ; on craint que l'air ne gâte leur couleur. Nous remarquerons, 1°, que les mines privées de phlogistique, ne sont point attirables par l'aimant.

2°, Qu'il n'y en a aucune que le grillage ne soumette à son action.

3°, Que les différentes couleurs des mines du fer viennent du degré de chaleur qu'elles ont essuyé.

4°, Que ces différents degrés de chaleur ont donné aux mines du fer différents états qui les ont plus ou moins approchées de celui du fer, dont le plus parfait est celui que nous appellons *Fer natif.*

Nous avons encore vû que l'élément du fer est répandu en plus ou moins grande quantité, non-seulement dans les minéraux, végétaux & animaux, mais encore dans l'eau ; nous pouvons même ajouter dans l'air ; d'où nous pouvons conclure :

1°, Que cet élément eſt une matiere très-ſubtile, puiſque l'eau, l'air, & le feu peuvent la voiturer, la raſſembler, la diſſiper, la combiner, la volatiliſer, &c.

2°, Que pour être à l'abri de ces agents, il faut que l'élément du fer ſoit uni à des baſes qui puiſſent y réſiſter. Il eſt certain, dit *Lehmann*, que chaque matrice doit avoir un corps ſolide, ſans quoi elle ne feroit point en état de retenir les métaux : & même nous avons lieu d'admirer la ſageſſe de la Nature, en voyant qu'elle a eu ſoin de joindre les métaux qui ſont minéraliſés par des ſubſtances rapaces & volatiles, telles que l'arſenic, le ſoufre, &c, avec des corps ſolides, qui ſervent à les retenir dans la fuſion. Parmi ces baſes, il y en a qui affectent une figure déterminée ; les unes paroiſſent d'une formation ancienne, les autres formées plus nouvellement. Il y a des mines qui ſont dures, d'autres molles, d'autres qui ſe forment, accroiſſent, dépériſſent, &c.

3°, Que l'élément du fer eſt ſuſceptible de prendre toutes les formes & figures que les baſes, auxquelles il eſt joint, peuvent prendre elles-mêmes. C'eſt par cette raiſon que nous la voyons tantôt cubique, feuilletée, ronde ; tantôt ſuivre les modeles des pétrifications, les jeux des ſtalactites, &c.

4°, Qu'il faut connoître la nature des ſubſtances qui ſervent de baſe à l'élément du fer, pour leur donner les préparations préliminaires, les fondants, les foyers convenables.

5°, Nous obſerverons ſur-tout que nous ne devons appeller mines de fer que celles qui, d'une part, ont avec elles une aſſez grande quantité de l'élément du fer, pour être traitées à profit dans les travaux en grand, & qui d'autre part peuvent être amenées au point de donner un métal utile; connoiſſances que nous n'oſons eſpérer que de la comparaiſon & de l'examen.

ARTICLE II.

Des Mines de fer répandues dans la maſſe entiere du Globe.

LES CHOSES naturelles ſont ſi liées les unes aux autres, qu'on ne peut traiter cette queſtion ſans recourir aux agents généraux qui ſont, l'eau, le feu & l'air, que nous voyons journellement travailler dans la nature.

Preſque par-tout, & même dans des corps très-durs, on trouve des coquilles & des débris de la mer ; ouvrage de l'eau.

Dans pluſieurs endroits, on trouve des vitrifications, des calcinations, des pierres-ponces, des ſcories; effet du feu.

Sur toute la ſuperficie de la terre, nous voyons des dépôts des pluies ou des roſées; production de l'air.

On ſe rend aiſément à la vûe de ce que le feu a ſoulevé, fondu, ou réduit

réduit en cendres : on ſe rend auſſi à la vue des dépots des pluies & des roſées, dont le réſidu, ſpécialement des dernieres, eſt martial. On conçoit que l'air eſt chargé de toutes ſortes de matieres, & conſéquemment que tout ce qui lui eſt expoſé, doit ou ſe durcir ou augmenter de volume par l'addition du dépôt, ou s'amollir, même ſe réduire en pouſſiere, ſuivant les menſtrues avec leſquelles l'air les attaque. On conçoit bien que ce qui fait la conſervation de l'un peut occaſionner le dépériſſement de l'autre ; ou que ſi le corps ne peut être entamé, le dépôt augmente ſa ſuperficie.

On convient bien encore que les eaux peuvent vuider, combler, voiturer, mêlanger : on le voit journellement. Mais quand il s'agit de ces maſſes énormes de coquillages connus, de leur diſperſion preſque générale, de leur poſition dans de vaſtes étendues & élévations, de leur incruſtation dans les corps les plus durs ; quand on voit les marbres, les pierres, les craies, les marnes, les argiles, les ſables, & preſque toutes les matieres terreſtres, dans certains cas, remplies de coquilles & d'autres débris de la mer, il faut convenir que la ſurface de la terre a eſſuyé quelque grand bouleverſement. En nous ſoumettant au texte des livres ſaints qui l'attribuent à un déluge univerſel, nous dirons que même avant le déluge, les eaux avoient déjà occaſionné de grandes mutations dans la ſuperficie de la terre ; comme il en arrive encore journellement, (les Suédois donnent tous les ans dans les Mémoires de leur Académie, le calcul de ce que la mer perd annuellement de terrein chez eux) ; ainſi il pouvoit y avoir des débris de la mer déja répandus & incruſtés dans bien des corps avant le déluge même, quelle qu'en ait été la cauſe.

Après la diviſion des eaux, dont les unes reſterent ſur la terre, & les autres furent élevées pour compoſer l'atmoſphere ; la ſéparation de celles qui étoient ſur la terre, ſe fit par les loix de la nature qui ſont celles de Dieu même, les vallées furent approfondies par le cours des eaux qui formerent la mer ; & les montagnes qui en réſulterent, ſervirent dans leurs cavités de réceptacle aux eaux qui remédient à l'aridité, en remplaçant celles que l'air & la chaleur pompent continuellement. Les eaux tombées pendant quarante jours & quarante nuits avec une abondance & une force que l'on pourroit prouver par la hauteur à laquelle elles monterent & reſterent pendant cent cinquante jours, en y joignant le mouvement de flux & reflux, ont pu changer la ſurface de la terre. Les vallées ont d'abord été comblées par les terres les plus aiſées à enlever, enſuite par les minéraux, les rochers, &c : il ne faut donc point être étonné de trouver des rochers maſſifs ſous des arênes légeres, non plus que des charbons de terre ſur des argiles ; des glaiſes, ſur des marbres qui ſe ſont durcis depuis ; des métaux ſur des ſables, des mines ſans ſuite, des bois, même étrangers, pétrifiés & minéraliſés.

Après l'effort d'une telle puiſſance, la tranquillité n'étant revenue que quand les baſſins inférieurs ont été remplis, l'eau n'a plus eu de pouſſée : alors des ſubſtances qu'elle ſoutenoit, & qu'elle broyoit, ſe ſont dépoſées ; & cette eau, en ſe retirant, a ſillonné de nouvelles vallées, laiſſant dans la nouvelle croute & les nouvelles montagnes qu'elle formoit, des veſtiges de ſon bouleverſement. Quant aux coquillages qu'on trouve à une certaine profondeur, & en grandes maſſes, pluſieurs raiſons ont pu concourir à les raſſembler, les diſperſer, les enfouir.

La premiere vient de ce que l'eau chargée des déblais qu'elle entraînoit, aura comblé des portions de la mer, pendant qu'elle aura creuſé d'autres eſpaces, comme cela arrive journellement.

La ſeconde, que pendant le ſéjour des eaux, des montagnes de coquillages auront pu ſe raſſembler ſur un terrein nouveau, & demeurer à ſec lors de la retraite des eaux ; & enſuite par des ſucs lapidifiques ou métalliques, former des maſſes ſolides, & devenir marbres, ou mines ; ou bien faute de ſucs lapidifiques, former les marnes.

La troiſieme, que les eaux dans l'agitation qu'on leur ſuppoſe, purent faire périr une quantité prodigieuſe de poiſſons & de coquillages qui furent pouſſés par les flots, & demeurerent en partie briſés & mêlés avec d'autres ſubſtances, qui à la longue ſe ſont durcies, & en partie dépoſées. Des maſſes entieres de ces coquillages ont pu être voiturées & tranſportées au loin. Par conſéquent, ces amas peuvent aujourd'hui ſe trouver dans le même état que dans le fond de la mer, où certains individus vivent dans une eſpece de ſociété, ſans ſe confondre avec les autres.

Les Naturaliſtes ont pu avancer que la rencontre des courants, qui pendant la chûte des eaux, étoient auſſi multipliés que les côtés des montagnes, aura formé de nouvelles montagnes, & qu'il y a eu des montagnes qui n'auront pas ſouffert beaucoup de dérangement : celles, par exemple, qui étoient aſſez ſolides pour réſiſter à la force de l'eau, & celles dont la baſe aura été promptement environnée. Les premieres ont oppoſé la force ; les autres preſſées également de tous côtés, ſont reſtées ſans altération. Ils diſent qu'on peut diſtinguer aiſément aujourd'hui ces montagnes, parce qu'on n'y trouve point, comme dans les autres, des débris de la mer : c'eſt ce qui a occaſionné la diſtinction que l'on a faite de la terre, en ancienne & nouvelle, de ſubſtances anciennes d'avec celles de nouvelle formation.

Il ſera donc reſté des minieres que nous appellons *fondamentales*, dans ces montagnes anciennes ; des *accidentelles* dans les terreins nouvellement formés par la rencontre des courants, & des minieres *d'alluvion ou de tranſport* preſque par-tout. On ne doit pas être étonné de trouver ces dernieres minieres très-diſperſées, très-inégales & mêlangées avec toutes ſortes de matieres.

S'il n'eſt pas aiſé de ſe perſuader que l'eau ait eu aſſez de force pour faire

un ſi grand bouleverſement, quelques effets journaliers peuvent nous ſervir d'objets de comparaiſon. Pour trouver la puiſſance de l'eau actuelle, ou, ſuivant *MM. Perrault* & *Mariotte*, l'eau de pluie eſt en état d'entretenir les eaux qui vont ſe rendre à la mer; ou, ſuivant *M. de la Hire* & d'autres, ce ſont les eaux de la mer même, qui en traverſant le ſein de la terre par une multitude de canaux, ſe ſubliment en vapeurs dans l'intérieur, & qui rafraîchies & condenſées enſuite en approchant de la ſuperficie, fourniſſent à l'entretien des ſources. Sans entrer dans ce détail, on a obſervé en France, qu'à prendre les années l'une dans l'autre, il tombe annuellement 25 pouces d'eau de pluie. *M. Mariotte*, par un calcul fait ſeulement ſur 15 pouces, a trouvé que dans une hauteur médiocre la Seine ſous le Pont-royal, donnoit 288,000,000 pieds cubiques d'eau par vingt-quatre heures, ce calcul ayant été fait ſur les racines de la Seine, évaluées à 3000 lieues quarrées.

CONCLUSION.

Vraie diſtinction des Mines de fer.

Nous pouvons conſidérer 1°, que les minieres anciennes ne peuvent être demeurées que dans les montagnes ſolides, où l'on doit les trouver ſans aucun mêlange des débris de la mer. C'eſt dans la terre primitive, dit M. *Rouelle*, que ſe trouvent les mines des métaux. Ces mines ſuivent aſſez la direction des couches où elles ſe trouvent, & ſe diſtribuent à la façon de la racine d'un arbre; ce ſont ces branches qu'on appelle *Veines métalliques*, & que les Mineurs nomment *Filons*.

2°, Que les mines accidentelles, celles d'alluvion & de tranſport, doivent être très-inégales dans leurs poſitions, leurs ſuites, leurs mêlanges. On remarque que ces minieres vont du nord au ſud : cela eſt vrai pour quelques-unes; mais cette direction ou toute autre, ne peut venir que de la direction des courants qui les ont voiturées.

3°, Comme on peut avancer que non-ſeulement le fer eſt répandu dans tous les corps qui compoſent la maſſe ſolide de la terre; mais encore qu'il n'y a preſque point d'eau qui n'en ſoit imprégnée, qui n'en dépoſe, ou qui n'en charie journellement; point de feux ſouterreins qui n'en travaillent; point d'air qui n'en retienne & n'en dépoſe; nous diſtribuerons les mines du fer conſéquemment à ces différentes cauſes, & relativement à la maſſe entiere du globe :

1°, En anciennes ou fondamentales qui ſe trouvent dans les montagnes de toute antiquité, ſous la forme de racines d'arbres, & à une grande profondeur; ce qui leur a fait donner le nom de *Mines en filons*. Elles ont ordinairement de la ſuite & de la richeſſe, & cela, à meſure qu'elles ſont plus profondes. *Lehmann* dit qu'on reconnoît les montagnes anciennes, 1°, en ce

qu'elles ſont plus hautes ; 2°, en ce qu'elles ont une pente plus roide ; 3°, en ce qu'elles ſont toujours environnées de couches.

Il ajoute que leur ſtructure intérieure differe de celle des autres montagnes ; 1°, en ce que la nature de la roche n'eſt point ſi variée ; 2°, que les lits ou bancs ſont perpendiculaires ou inclinés à l'horizon ; 3°, que ces bancs ne ſont point ſi minces ni ſi multipliés que dans les montagnes nouvelles ; 4°, que ces lits ou ſillons vont juſqu'à une profondeur dont on n'a encore pu trouver la fin. La figure 1, Planche I, repréſente une de ces montagnes anciennes : *AA*, *BB*, C ſont des filons.

2°, En minieres accidentelles qui ſe trouvent dans des montagnes moins élevées que les premieres, quelquefois à fond, d'autres fois plus près de la ſuperficie, avec différents degrés de richeſſes. Ces montagnes ſont toujours par couches : (*Fig.* 2, *Pl. I*,) C, D, E, F, G ſont des couches.

3°, En minieres d'alluvion, communément proche la ſuperficie de la terre avec beaucoup de mêlanges & d'irrégularités, ce qui leur a fait donner le nom de *Mine de chaſſe*, c'eſt-à-dire, Mines qui n'ont pas beaucoup de ſuite ni d'étendue.

4°, En mines plus nouvellement dûes au travail de l'eau ; & formées journellement, ſoit par dépôt, ſoit par tranſport, ſoit par filtration.

5°, En mines dépoſées par l'air. On trouve ſur la ſuperficie des pierres, au-deſſus des plus hautes montagnes, une eſpece d'effloreſcence ou de mouſſe qui n'eſt que du fer.

6°, En mines torrefiées ou fondues par le feu. Nous eſſayerons de prouver que ce ſont celles auſquelles on doit la découverte du fer, & les premiers fers qui ont été fabriqués.

« S'il ſe trouve des mines, dit *M. Rouelle*, dans la terre primitive, il s'en » trouve auſſi dans la nouvelle terre ; mais elles y ſont dans un état bien dif- » férent. Il peut être arrivé que l'eau ayant trouvé une couche de ſable, s'y » ſera filtrée, & aura dépoſé le vitriol qui forme les pyrites, ou qui s'eſt » décompoſé ». On conçoit aiſément que ces mines ne peuvent être diſpoſées comme celles de l'ancienne terre : elles ne ſont pas en filons, quoiqu'il y ait quelquefois des filons de l'ancienne terre qui y conduiſent. Quelquefois elles ſont en nappes, formant une grande couche métallique, ſemblable aux autres lits de la terre. D'autres fois on trouve un grand tas de mine qui ne garde aucun ordre : il y a même ſouvent de ces tas qui ſe pénetrent les uns les autres, & ſe confondent : on les appelle *Minera conglomerata*, mines cumulées. Quelquefois ces tas ſont diſpoſés comme des eſcaliers. C'eſt ainſi qu'on trouve ſouvent les pyrites martiales & ſur-tout les arſenicales. *Henckel* les appelle des *Mines par eſcaliers*. D'autres fois ces mines ſont par petits morceaux logés dans une petite grotte formée dans le milieu d'une pierre ou d'une ardoiſe ; c'eſt ce qu'on appelle *Minera nidulans*. *M. Rouelle* appelle

Mine marronnée, une mine qu'on trouve éparſe par petits pelotons de la groſſeur d'une châtaigne. C'eſt ſouvent une mine de fer qui, après avoir été dépoſée, s'eſt de nouveau réminéraliſée, parce que ſouvent ce métal perd & reprend ſon phlogiſtique. En général, il appelle *Métal minéraliſé*, un métal uni à du ſoufre ou à de l'arſenic, ou à tous les deux enſemble; & c'eſt de cette combinaiſon qu'il voudroit qu'on tirât le caractere des différents genres de mines. Pour celles que l'on trouve dans de l'argile, de la pierre à chaux, &c, on pourroit les appeller des mines combinées avec telles ou telles ſubſtances.

Nous avons en France des mines de bien des eſpeces différentes; & lorſque nous en ferons l'hiſtoire, nous tâcherons de les faire remarquer, ſuivant la diviſion que nous venons de donner.

ARTICLE III.

De la recherche des Mines du fer.

LA SUPERSTITION s'eſt inſinuée parmi les Ouvriers qui travailloient aux mines; & elle y a paru d'autant plus enracinée que les minieres étoient plus profondes, comme ſi elles aimoient l'obſcurité. C'étoient des divinités bien ou mal-faiſantes, qui conſervoient les filons utiles; ce qui a donné occaſion à une multitude de fables, que nous nous diſpenſons de rapporter: nous en conclurons ſeulement que la recherche de certaines mines eſt bien équivoque.

D'autres auſſi peu raiſonnables, ont prétendu qu'avec une baguette que l'on décore du nom de *Divinatoire*, ils avoient le ſecret de trouver & de diſtinguer les différentes eſpeces de tréſors cachés dans le ſein de la terre. Quelques-uns ont eu recours à l'influence des aſtres, & à la domination des planetes dont les métaux portent encore le nom, ſans parler de bien d'autres préventions, toutes filles de l'ignorance.

De meilleurs Spéculateurs ont remarqué qu'une telle eſpece de mine paroiſſoit ſe plaire avec certaines matieres. Or quand ils trouvoient de ces matieres, ils ſe ſont attachés à travailler & à chercher la mine qu'ils ſoupçonnoient. Premiere probabilité.

D'autres ont pris garde que telles eſpeces d'herbes ne croiſſoient pas ou croiſſoient mal, ou même, ſi l'on veut, croiſſoient bien dans les endroits expoſés à telles exhalaiſons minérales: ç'a été un autre motif de recherches. Seconde probabilité.

Ceux-ci ſe ſont apperçus que les mines du fer aimoient & affectionnoient certaines plantes: voyez *Swedenborg*. Ceux-là ont obſervé que la couleur des feuilles des arbres prenoit ſur une miniere des nuances différentes. Nouveau motif de recherches, & troiſieme probabilité.

« On peut regarder, dit *Lehmann*, des arbres difformes, des lieux secs & » arides, comme des lignes de minéraux cachés au-dessous de ces endroits. » Ne parviendroit-on pas à découvrir des mines en examinant le suc des vé- » gétaux qui croissent sur les lieux que l'on voudroit fouiller? .... Des forêts » de chênes annoncent des mines par couches. Les forêts de pin & de sapin » désignent des montagnes qui renferment des filons ».

Il y en a qui ont cru voir que certains minéraux aimoient un tel aspect, un côteau d'une telle façon : enfin il y en a qui ont eu recours aux vapeurs. « Quelquefois, dit *Lehmann*, on apperçoit des exhalaisons & des vapeurs qui » peuvent faire soupçonner la nature des substances renfermées sous terre. » Que dirai-je, ajoute-t-il, des étincelles qu'on voit souvent sauter & s'é- » lever à trois ou quatre pieds au-dessus de la neige pendant l'hiver, lorsqu'il » fait un beau soleil, sur les endroits de la terre qui renferment des charbons » fossiles, des sources, des pierres à chaux & des mines? Je les regarde com- me des especes de mouffettes que les rayons du soleil font sortir de la » terre ».

De plus habiles, à ces premieres considérations qu'ils ont sçu apprécier, ont joint l'examen des torrents, des ravins & de toutes les excavations faites par quelque cause que ce soit. Ils ont examiné les lavanges des volcans, mais sur-tout ils ont vu, suivi & essayé les eaux.

Nous ne nous mêlons pas d'appliquer les probabilités aux autres métaux. Comme nous ne traitons que le fer, nous pouvons assurer que ses minieres ne préferent point un endroit à un autre ; qu'elles ne font point périr les végétaux ; qu'elles n'affectionnent aucunes plantes ; & que leur recherche n'a de principe assuré que l'examen des minéraux & des eaux qui ne manquent jamais d'indiquer la présence du fer, comme on le verra à la partie des essais. La raison est que l'élément du fer s'accommode & s'allie également, & indifféremment avec toutes les différentes especes de minéraux. Nous avons, dans un jardin où on a fait mettre différentes especes de mines séparément, la preuve que les mêmes herbes, les mêmes arbres y sont venus naturellement, & y croissent sans distinction & sans affectation.

La recherche des mines de transport & d'alluvion, proche la superficie de la terre, ne demande que quelque connoissance des minéraux, quelques réflexions sur le cours de l'eau, des sondes, comme nous le dirons, ou quelques puits. Lorsqu'il se trouve, dit *Lehmann*, des mines dans les endroits où l'eau fait ou a fait un coude, ayant rencontré un obstacle qui a interrompu son cours, les mines se sont amassées dans le lieu qui leur a été le plus commode. Les Allemands nomment ces sortes de mines *Seiffenwerek*, mines formées ou amassées par transport.

Pour celles du dépôt des eaux, voyez *Swedenborg*, & appliquez ce qu'il dit à une grande partie des minieres formées dans des marais actuellement

deſſéchés : mais pour celles qui ſont renfermées dans le ſein des montagnes, nous en devons la découverte à la force de l'eau qui entraîne ; à un tremblement qui détache ; à un feu ſouterrein qui ſe fait jour ; à la recherche d'autres matieres ; à l'eau en général, même aux plus petites voies qui rongent inſenſiblement, & entraînent quelques indices. Dans les plaines on examinera les pierres détachées qui y ſont répandues, & qui doivent être regardées comme des fragments & des débris que différents accidents ont ſéparés d'une maſſe. On trouvera de la facilité dans ces recherches, ſi l'on examine les carrieres de pierres qui ſont ouvertes, les glaiſieres ; & ſi l'on fait attention aux chemins creux & profonds : ces ſortes d'examens peuvent tenir lieu de fouilles, & conduiſent ſouvent à des découvertes très-avantageuſes, ainſi que les veſtiges des anciens travaux, des ouvertures faites à la terre, des débris des mines.

A l'égard des eaux, outre leurs propriétés internes, il faudra examiner leurs ſources, leurs bords, leurs lits, &c. On obſervera ſi les pierres, les terres, le ſable qui s'y trouvent, contiennent quelque choſe de ferrugineux. Les mines formées par tranſport & par alluvion, doivent nous exciter à cet examen : ſi par cette voie l'on a rencontré quelques ſubſtances, on en ſuivra les traces juſqu'à l'endroit où elles ſe perdent, parce qu'on ſçait que ce ſont des fragments arrachés des filons par la violence des eaux.

Nous aurons occaſion de faire voir que nous avons beaucoup de rivieres qui charient un ſable ferrugineux, dont on tire beaucoup de fer ; mais dans l'examen des mines, nous remarquerons que nous en avons qui ne ſont dûes qu'à un ſédiment dépoſé par les eaux ; d'où il eſt aiſé de tirer la concluſion pour de grandes quantités qui doivent leur formation à la même cauſe, quoique le terrein ſoit actuellement deſſéché.

SECONDE SECTION.

Travail des Mines du fer.

Jusqu'ici nous avons cherché à examiner les mines du fer par leurs couleurs, figures, mêlanges ou combinaiſons avec les minéraux. L'objet de cette Section ſera d'indiquer les préparations qu'il faut leur donner pour être miſes au fourneau de fuſion. Quelques-uns ont diviſé les mines en mines ſeches & en mines vives. Les mines ſeches ſont celles qui, faute d'avoir avec elles un fondant, ne ſe mettent que difficilement en fuſion. Les mines vives au contraire ſont celles qui ont avec elles une quantité de fondants. D'autres ont diviſé les mines en froides & en chaudes : c'eſt la même choſe que ſeches & vives. On les diſtingue ailleurs en mines caſſantes & mines pliantes ; c'eſt le langage des Mineurs & des Fondeurs du Maine. La mine pliante n'eſt pas plus pliante que la mine chaude n'eſt chaude ; mais c'eſt qu'ils la croyent

propre à faire un fer doux, & qu'elle eſt très-fondante. Auſſi mêlangent-ils les mines caſſantes avec les pliantes, comme on mêle les froides avec les chaudes. Quelques-uns enfin les diviſent en mines pauvres & mines riches; diſtinction fondée ſur leur produit : d'autres en mines fines & en mines en roche, &c.

Le travail des mines conſiſte au tirage, à la ſéparation des corps ou ſubſtances nuiſibles, & à l'addition des matieres convenables à la fuſion que l'on appelle *Fondants*.

ARTICLE I.

Tirage des Mines.

Ce travail conſiſte à les tirer du ſein de la terre: pour cela il faut ſe ſouvenir que les mines ſont, ou ſur la ſuperficie de la terre, ou à différents degrés de profondeur; qu'il y en a en pouſſiere, en grains fins, en pois, en feves, en rognons, en ſable, en maſſes plus ou moins dures, en roches; que les unes ont de la ſuite, d'autres n'en ont point; qu'il y en a de combinées avec toutes ſortes de minéraux, ou minéraliſées avec du ſoufre, de l'arſenic; qu'il y en a des quantités immenſes qu'on tire des marais, des lacs, des fleuves. Tout cela demande des détails particuliers.

§. I.

Tirage des Mines qui ne ſont pas à fond.

Il y en a des quantités immenſes, ou ſur la ſuperficie ou proche de la ſuperficie de la terre. Nous ne pouvons pas douter que ce ne ſoient des mines nouvelles, reſtées de la décompoſition des pyrites, ou des pyrites mêmes, ou des mines voiturées & dépoſées par l'eau : dès-lors elles doivent être mêlées avec des matieres de toute eſpece, avec leſquelles elles ont fait un corps plus ou moins ſolide, ſuivant les différents alliages.

Pour trouver celles qui ſont ſur la ſuperficie, il ne faut que des yeux. Si l'on croit que c'eſt un courant qui les a amenées, il eſt aiſé de remarquer quelle étoit ſa direction; les angles ou ſinuoſités qu'il a décrits; les obſtacles qu'il a pu rencontrer. Si au contraire on a lieu de ſoupçonner que c'eſt un dépôt que les eaux ont laiſſé dans un terrein maintenant deſſeché, il n'y a qu'à voir ce que dit *Swedenborg* (55), des mines de marais.

Si la mine s'enfonce dans de l'argile ou autre matiere aiſée à percer, avant que d'y mettre des Ouvriers, il faut commencer par employer la ſonde. Une ſonde eſt un outil propre à percer. La mêche doit être acérée, tranchante ſur les côtés, arrondie, polie, ſoudée à une barre de fer de moindre volume, dans laquelle barre on ménage des mortaiſes pour paſſer un morceau de fer ou de bois, à l'aide duquel on tourne la ſonde. On peut auſſi l'alonger

l'alonger ſuivant le beſoin. Pour tout ce détail, il n'y a qu'à conſulter la figure 3, Planche I. Quand on eſt aſſuré d'un banc de mine, & de ſon épaiſſeur, des pics & des pelles ſuffiſent pour tirer la mine. Pour ces eſpeces, il ne faut aux gens du métier que la vûe, le poids & l'habitude. En la tirant, faites ſéparer la partie la plus riche en fer; ôtez les pierres à la miniere même, & faites conduire ce que vous aurez mis à part, ſur l'attelier deſtiné à le nettoyer.

Si ce ſont des mines ou en grains fins ou en pouſſiere, comme du menu ſable, mêlées dans de la pierre, dont les morceaux ſe ſéparent aiſément, le pic en viendra à bout : ayez ſeulement ſoin que les tranchées ſoient aſſez larges pour laiſſer dans la miniere les plus groſſes pierres & les moins riches en mines; ſéparez enſuite le minerais le plus menu. Si les pierres ſont aſſez riches en mine pour mériter d'être employées, vous trouverez ci-après l'attelier qui leur convient.

Quand les bancs de mines ſont extrêmement ſolides, comme il n'eſt pas eſſentiel d'avoir des morceaux tranchés nettement & avec préciſion, puiſqu'il faudra les diviſer, vous avancerez l'ouvrage quand le banc ſera bien découvert, en vous ſervant d'un morceau de fer rond d'environ un pouce de diametre, ayant une de ſes extrémités en pic, & l'autre comme un ciſeau à deux bizeaux, bien acéré, & trempé, que vous faites entrer dans le banc de mine d'un pied & demi ou deux pieds. La peſanteur ſeule & la chûte de l'outil ſuffiſent. On verſe ſeulement un peu d'eau, ayant ſoin à chaque coup de changer la poſition du tranchant; on a en peu de temps un trou cylindrique de la pronfondeur convenable. On met au fond de ce trou environ une ou deux onces de poudre, ſuivant l'épaiſſeur du banc & ſa ſolidité; ſur la poudre un chiffon de papier ou de mouſſe ſeche qu'on fait traverſer par une baguette de fil de fer, qui vient juſqu'au-deſſus; on acheve d'emplir le trou de terre ſeche bien battue; on retire la baguette de fer; on verſe de la poudre dans le vuide qu'elle a laiſſé, & on y met le feu avec une meche lente. (*Voyez Planche I, figure* 4); avec cette méthode, deux Ouvriers détacheront de la mine plus qu'un grand nombre ne feroit.

§. II.

Tirage des Mines à fond de dix à vingt-cinq pieds.

Supposons d'abord des mines à fond de 10 à 15 pieds. Le terrein qui les couvre, eſt ou peu ſolide ou très-ferme. Sous un terrein peu compact, comme feroit une terre ſabloneuſe qui s'effondre aiſément, il faut faire une ouverture de 6 pieds ſur 12. Quand on eſt deſcendu à moitié, on retranche ſix pieds pour percer juſqu'à la mine qu'on jette ſur le premier repos, & de-là ſur le bord de l'ouverture. On en fait de même quoique le terrein ſoit ſolide,

ſi le banc de mine n'a pas une certaine épaiſſeur ; mais s'il eſt épais, faites un trou cylindrique d'environ trois pieds de diametre, établiſſant au-deſſus un tour : (*voyez Planche III, figures* 1, 2 & 3) ; on le pratique ainſi pour tirer les mines juſqu'à 25 & 30 pieds de profondeur, & même bien au-delà. A chaque puits il faut deux ouvriers ; quand celui du bas a enlevé tout le banc de mine perpendiculairement à ſon puits il fait pluſieurs tranchées dans les environs, les étendant le plus loin qu'il eſt poſſible, avec attention néanmoins de laiſſer des piliers. Quand il y a du danger, ou trop de travail à s'étendre un peu loin, les Ouvriers percent un ſecond puits dans le voiſinage du premier, dans l'endroit où ils voyent que le banc de mine a plus d'épaiſſeur & de richeſſe. Ils s'arrangent ordinairement de façon que les tranchées des nouveaux puits ſe rencontrent dans celles du puits qu'ils ont abandonné. On peut faire beaucoup de chemin dans une miniere de cette eſpece, où l'on rencontre, par ce moyen, pluſieurs percements qui y donnent du jour. Il y a beaucoup de danger à les viſiter pendant les pluies & la fonte des neiges. C'eſt ordinairement dans ces temps-là, qu'elles s'effondrent. Au bout de quelques années, les Ouvriers auxquels l'expérience a appris qu'un certain eſpace de temps ſuffiſoit pour raffermir ces terres, percent de nouveaux puits, & font leurs tranchées dans les piliers qu'ils avoient laiſſé. Les terres effondrées & affermies, ſervent à leur tour de ſoutien.

§. III.

Tirage des Mines de 80, 100, 150 *pieds de profondeur & au-delà.*

Lorsqu'il s'agit de creuſer à de grandes profondeurs, il faut, avant que d'en faire la dépenſe, être bien aſſuré de l'exiſtence, de l'étendue & de la richeſſe de la miniere, ou tout au moins, il ne faut avoir rien négligé pour s'en aſſurer, ſur-tout dans certaines circonſtances. Les dépenſes que l'on aura à faire, ont trois objets : le percement des puits, les galleries & les eaux dont il faut ſe débarraſſer, quand ce ne feroit que celles que donnent les ſuintes des terres. Lorſque ces eaux ſont trop abondantes, il faut quelquefois abandonner, ainſi qu'on a fait, peut-être trop légerement, la miniere de Montuſſain, la plus riche de toutes celles de la Franche-Comté.

Ce n'eſt jamais, comme nous l'avons dit, que dans les montagnes qu'on trouve & qu'on peut tirer des mines à fond. La miniere d'Alvar, dans le Dauphiné, a des galleries très-longues. Celle du Val-Saint-Amarin, dans les montagnes de Vauge, ſont ſous une épaiſſeur immenſe de terre. Pour exploiter ces minieres, le plus expédient eſt de percer la montagne par le côté, & par le moyen des galleries on ſuit le filon. Quand il n'eſt pas poſſible de percer la montagne de côté, alors, ſuivant les différents degrés de

profondeur, on employe des tours ſimples ou à deux manivelles, ou bien un tambour qu'un cheval peut faire tourner, ou des roues avec un gros cylindre; pour cela il n'y a qu'à voir les figures 5 & 6 de la Planche I. Pour faire ce travail, il faut profiter de la ſaiſon la plus ſeche; & ſouvent à cauſe des eaux, on eſt obligé de le pouſſer jour & nuit. La figure 7, Planche I, montre l'intérieur d'une miniere.

Nous trouvons dans les papiers de *M. de Réaumur*, l'hiſtoire de la mine d'Excideuil dans le Périgord; elle développe très-bien la maniere de tirer une mine à fond. Cette mine ſe trouve dans le voiſinage & la banlieue de la Ville d'Excideuil ſituée dans la Sénéchauſſée de Périgueux, dans les lieux les plus élevés, limitrophes du Limouſin. On creuſe dans ce pays un minaret, en forme de puits, juſqu'à 20 ou 26 braſſes de profondeur, pour trouver cette mine, dont la plus grande partie eſt en forme de rochers qu'on briſe avec des pics à roc. On y trouve auſſi de la mine menue, en forme de grenaille revêtue de terre rouge qui n'eſt pas tout-à-fait ſi riche que celle qui eſt en roche. Toutes les forges voiſines du Limouſin ſe ſervent de cette mine, & la font tranſporter d'Excideuil à dos de mulets.

Pour ſortir cette mine du ſein de la terre, on ſe ſert de paniers, & on établit un tour avec un cordage au-deſſus du minaret, auquel cordage eſt attaché un panier dans lequel les Mineurs deſcendent pour enſuite, après avoir fouillé, le remplir de mine.

Ces Mineurs ſont ordinairement deux ou trois dans le fond du minaret. Quand ils ont trouvé la mine, ils en ſuivent la veine & les rameaux; & par des ſouterreins en forme de chambres, qu'ils pratiquent avec des appuis de bois de chêne, ils fouillent & tirent toute la mine qu'ils y trouvent par divers minarets qu'on fait à diſtance de 8, 10 ou 12 pieds les uns des autres, non-ſeulement pour en ſortir plus facilement la mine, mais encore pour garantir les Mineurs qui bêchent & fouillent dans ces ſouterreins, des vapeurs de la terre qui très-ſouvent les étoufferoient immanquablement, s'ils n'avoient pas la précaution, lorſque la vapeur les ſaiſit, de courir à un de ces puits ou minarets, de remuer fortement la corde qui eſt le ſignal, & de ſe mettre dans le panier pour être montés en diligence. Quand ils ſont à moitié chemin, & qu'ils commencent à reſpirer un air plus pur, ils ſe trouvent ſoulagés & garantis, même avant que d'être ſortis du minaret. Il n'eſt arrivé que trop ſouvent que des Mineurs ont été étouffés ſans pouvoir être ſecourus.

Il faut obſerver qu'à meſure qu'on creuſe, il ſe trouve une grande quantité d'eau qui les empêcheroit de travailler, s'ils ne faiſoient pas deux minarets plus profonds que les autres, pour, après avoir percé la terre des uns aux autres, y faire couler les eaux des autres minarets où l'on a tiré la mine, & enſuite épuiſer promptement ces eaux par le moyen des tours, aux-

quels on met des Ouvriers qui travaillent nuit & jour. Cette précaution donne aux Mineurs la liberté d'agir plus facilement, de rompre les rochers de mine, & de la ſortir auſſi bien que celle qui eſt en grenaille.

Il y a une circonſtance curieuſe, c'eſt que lorſqu'on a creuſé à la profondeur de 24 braſſes, plus ou moins, on trouve très-ſouvent un ſable mouvant de couleur de chair, d'où il ſort une grande quantité d'eau qui bouillonne dans ce ſable, comme il arrive ſouvent dans les grandes ſources des fontaines; & les Mineurs ne trouvant plus de terre ferme pour poſer leurs appuis pour chambrer, & ſortir la mine qu'ils avoient déja découverte, ſont obligés d'abandonner & de ſe retirer pour y revenir deux ou trois ans après, avec la précaution de faire de nouveaux minarets, ſoit un peu plus haut, ſoit un peu plus bas.

§. IV.

Tirage de la Mine de Marais, & de la Fluviatile.

Il nous paroît inutile d'entrer à cet égard dans ancun détail : celui que donne *Swedenborg* eſt ſuffiſant, & nous y renvoyons.

Article II.

De la ſéparation des Corps ou Subſtances nuiſibles.

Pour ce qui regarde le nettoyement des mines de marais, des lacs, des fleuves, on peut avoir recours à *Swedenborg*; & afin de mieux entendre ce que nous avons à dire des autres mines, nous les rangerons ſous différentes eſpeces: 1°, celles qui ſont jointes à la terre ſeule; l'eſpece n'y fait rien; 2°, celles qui ſont mêlées avec des pierres & des terres en petits volumes; 3°, celles où il entre beaucoup de terre & peu de pierres liées foiblement; 4°, celles où il y a moins de terre & plus de pierres liées plus étroitement; 5°, les mines jointes très-fortement à de la pierre très-ſolide; 6°, enfin les mines minéraliſées avec le ſoufre, ou avec l'arſenic, ou avec tous les deux enſemble.

L'attelier propre à nettoyer celle de la premiere eſpece, s'appelle *Patouillet*, Voyez-en le deſſein, (*fig.* 1 *&* 2, *de la II Planche*). Il faut pour ſervir un patouillet, deux Ouvriers exacts & attentifs, parce que s'ils different de faire écouler la mine quand elle eſt nettoyée, les morceaux de quelque groſſeur qu'ils ſoient, ſont uſés par le frottement, & cela en pure perte. Il faut que ces Ouvriers ſoient munis de pics, de pelles, de rabots, de bons paniers pour la mine à grains fins, leſquels, autant que cela eſt poſſible, ne doivent laiſſer paſſer que les grains de mine, ou retenir la mine, quand elle eſt en gros grains; c'eſt alors la terre qui paſſe à travers les paniers. (*Voyez la Planche* II, *figures* 3, 4, 5.) Un rabot ou *Ruart*, comme quelques

quelques Ouvriers le nomment, est un morceau de fer battu de la longueur de 13 à 14 pouces, acéré à son extrémité, recourbé en *H* de 5 à 6 pouces, pour prendre aisément le fond du lavoir, sans gêner l'Ouvrier ; finissant à la partie supérieure en écrou, *V*, propre à recevoir un long manche de bois *L*.

Le patouillet est composé de 2 ou 4 chassis en bois ; les deux des extrémités, éloignés de 6, 7 ou 8 pieds l'un de l'autre, sur 3 à 4 pieds de hauteur, arrêtés par le bas par de fortes traverses G, & terminés aussi par le bas en plein ceintre *H* : on ménage une feuillure profonde au-dedans de ces chassis, pour y attacher ou des membrures bien jointes *II*, ou des plaques de fonte coulées au fourneau, ce qui est le mieux. On garnit de même les côtés *L* ; c'est ce qui forme la huche ou le réservoir dans lequel on jette la mine pour être nettoyée.

Au-dessus de la huche, du côté de la riviere, on ajuste un petit canal *A* près du côté opposé à la roue ; ce canal, fait de bois ou de pierre, quarré ou rond, il n'importe, & de quatre pouces de diametre, fournit à la huche de l'eau du réservoir. Si l'on n'a pas l'eau élevée à une assez grande hauteur, pour y suppléer, on y fait verser de l'eau par des seaux ou sabots dont la roue est garnie. Au milieu du bas de la huche, du côté opposé à ce canal, on ménage une ouverture C de 6 pouces en quarré, fermé en dehors par une pelle de bois D. Cette pelle doit avoir une queue assez longue pour pouvoir la placer commodément : elle est appuyée contre l'ouverture de la huche par deux listeaux, entre lesquels elle coule, ou simplement par un morceau de bois qui traverse le dessus du petit canal *M* qui sert de déchargeoir : toute la difficulté est d'empêcher cette pelle de reculer.

Du côté du coursier ou courant qui donne l'eau à la roue, & tout au-dessus de la huche, on ménage une ouverture *E* deux fois plus large & un peu moins haute que l'ouverture par laquelle l'eau entre dans la huche, afin qu'il puisse en sortir autant qu'il y en entre, mais cependant sur une moindre hauteur, de crainte qu'en remuant & soulevant la mine, elle ne s'échappe avec l'eau.

La huche est traversée par un cylindre de bois *N* qu'on appelle l'*Arbre*, garni aux deux extrémités de tourillons de fonte ou de fer *O*, portant sur des empoises *P*. Ce cylindre est traversé par les bras d'une roue qui tombe exactement dans le coursier. Il est aussi garni, vis-à-vis de la huche, de trois barreaux de fer *R* coudés, à deux branches, dont les racines entrent & sont affermies dans les trous de l'arbre qu'elles traversent. La partie du barreau, entre les deux courbures, doit être à un pouce près de la même circonférence que celle de la huche. Ces barreaux sont placés à tiers-point dans l'arbre, de façon que quand un de ces barreaux sort de la huche, un autre y entre, & est

ſuivi du troiſieme, toujours en recommençant & tournant; au moyen de quoi ils tiennent la mine dans un mouvement continuel au fond & ſur les bords de la huche.

L'ouverture C du bas de la huche ſervant de déchargeoir, eſt garnie en dehors d'un canal en bois *Q*, ſur la longueur d'environ 3 pieds. Il faut que ce canal aille un peu en pente, & aboutiſſe au lavoir *S* de ſix pieds en quarré. Au-deſſus de ce lavoir, du côté qui regarde la huche, il y a une ouverture très-large, ſans être profonde, ſuffiſante pour paſſer l'eau de la huche quand on laiſſe courir la mine dans le lavoir. On ménage à un des côtés éloigné du cours de l'eau, & dans ce même lavoir, une autre ouverture fermée par une pelle *T*, laquelle coule entre deux rainures. Il eſt avantageux d'avoir, à la ſuite de ce lavoir, un ſecond lavoir *V* qui puiſſe recueillir la mine que la force de l'eau pourroit faire échapper. Voyez figure 2, Planche II.

Le jeu de cette machine conſiſte à laiſſer entrer dans la huche l'eau par le canal *A*. L'ouverture *B* étant fermée de ſa pelle C, la huche s'emplit d'eau juſqu'au niveau de l'ouverture *E*; on emplit alors la huche de terre à mine environ aux deux tiers, quand c'eſt de la mine à grains fins fort chargée de terre: lorſque les morceaux ſont gros & durs, on en met moins. La roue, une fois miſe en mouvement par l'eau du courſier, le premier barreau s'enfonce dans la huche, regagne le deſſus & ſouleve la terre, chemin faiſant, proportionnellement à ſon étendue. Le deuxieme en fait autant, enſuite le troiſieme, puis revient le premier, &c. Par ces mouvements réitérés & continuels qu'on donne à la terre à mine, l'eau bourbeuſe s'échappe par l'ouverture *E*, pendant qu'elle ſe renouvelle par l'ouverture *A*; en très-peu de temps on eſt débarraſſé de la terre qui étoit adhérente à la mine qui ſe délaye perpétuellement, & dont l'eau ſe décharge pendant que la mine plus lourde gagne le fond.

On connoîtra, avec un peu d'habitude, quand la mine ſera ſuffiſamment lavée: elle l'eſt toujours quand, à eau égale, on voit que le mouvement de la roue eſt beaucoup rallenti; parce que la mine nettoyée s'entaſſe ſi fort que les barreaux coudés ont peine à y pénétrer. De-là il réſulte que, pour ſoulager leurs efforts, il eſt avantageux de les tailler en priſmes, & de leur faire préſenter à la mine leur côté tranchant; alors on tire la pelle *D*, ayant ſoin que celles des lavoirs au-deſſous ſoient baiſſées. La mine de la huche, aidée par l'eau nouvelle qui ſurvient toujours, & par le mouvement des barreaux, deſcend avec l'eau dans le premier lavoir; la mine plus lourde y reſte pendant que l'eau s'échappe par l'ouverture du deſſus du premier lavoir. Il en eſt de même du ſecond lavoir qui, dans le lavage des mines très-fines, n'eſt fait que pour recueillir ce qui auroit pu s'échapper du premier.

Quand toute la mine de la huche eſt coulée, vous fermez la pelle *D*; & pendant qu'un Ouvrier va remplir la huche de nouvelle terre à mine, l'autre

Ouvrier (*voyez la Planche II, figure* 1.) nettoye avec un rabot le devant des pelles des lavoirs, & les lave : comme elles tirent l'eau du fond, la mine ſeule reſte à ſec. De-là cet Ouvrier va aider à emplir la huche, afin que le lavage s'opere pendant que tous les deux viendront achever le reſte de l'opération.

Pour cela, à quatre ou cinq pieds de diſtance du premier lavoir, il faut en avoir un autre qui tire directement ſon eau du réſervoir, (voyez la figure 7 de la Planche II). Les deux Ouvriers avec leurs pelles tirent la mine, & la placent dans l'eſpace intermédiaire de deux lavoirs. On met enſuite le panier dans le lavoir abreuvé d'une eau toujours nouvelle, & le ſecond Ouvrier jette la mine dans le panier. En le remuant continuellement & par petites ſecouſſes, quand c'eſt de la mine à grains fins, elle paſſe à travers le panier, tandis que les morceaux mal nettoyés ou trop gros y reſtent : on les jette à côté de la huche : quand au contraire, c'eſt de la mine à gros grains ou à gros morceaux, la mine reſte dans le panier, pendant que la terre qui auroit pu y être encore mêlée, paſſe à travers le panier, & eſt entraînée par l'eau. Les Ouvriers, avec leurs rabots, raſſemblent la mine ainſi criblée, vers un des côtés du lavoir, d'où ils la tirent pour égoutter & être voiturée au fourneau. Pendant cette opération, la nouvelle terre à mine qu'on a jettée dans la huche, ſe nettoye.

On place le canal *A* tout contre le côté oppoſé à l'ouverture *D*, afin que l'eau ſoit obligée de faire tout le tour de l'intérieur de la huche, avant que de ſortir, ce qui donne le temps à la mine de gagner le fond. On place l'ouverture *D* du côté de la roue, tout au-deſſus ; & on la fait plus large & moins profonde par la même raiſon : d'ailleurs les barreaux pouſſants toujours la mine ſur le devant, il n'eſt pas poſſible qu'il s'en échappe, à moins que ce ne ſoit des écorces légeres, qu'on appelle *Folles Mines*, & que le vent des ſoufflets jette hors du fourneau à cauſe de leur légéreté.

L'arbre du patouillet peut être garni de ſix barreaux au lieu de trois, ou de barres droites multipliées, (voyez la figure 18, Planche III) ou d'eſpeces de cuillers de fer qui ſe ſuccedent, (voyez la figure 6, Planche II). plus on oppoſe de réſiſtance, plus il faut employer d'eau ; ainſi, avant cet établiſſement, il faut calculer ce que l'on en peut dépenſer. Quand il ne s'agit que de relever des mines fines, au-deſſus de la huche, dans l'endroit par lequel l'eau entre, il y a une eſpece de baſſin d'eau, aſſez large pour paſſer la mine par le panier, & de-là être entraînée dans la huche. Pour des groſſes mines dures, mais chargées extérieurement de terre, ou enfermant des noyaux terreux, ſouvent il y a au-deſſus du patouillet un boccard d'où la mine tombe dans la huche. Une ſeule roue, par le renvoi d'un rouet & d'une lanterne, fait marcher les deux équipages. Quelques-uns, dès la miniere même, paſſent le minérais à travers une claie : c'eſt ce qu'indique la figure 10, Planche III.

Pour les mines en grains fins, les patouillets ſuppoſent un minerais plus chargé de terre que de pierre, ce que quelques-uns appellent *Mine en terraſſe*, ſans quoi le frottement uſera le grain ſans diminuer la pierre. C'eſt une faute dans laquelle quelques-uns ſont tombés, ce qui leur a fait décrier la machine. Nous avons dit que les morceaux de terre qui reſtoient dans le panier, ſe mettoient à côté de la huche. Le ſoir, quand les Ouvriers quittent l'ouvrage, ou même pendant leur repas, ils mettent ces morceaux dans la huche; avec le tems, ils y prennent l'eau, & à force de ſe froiſſer les uns contre les autres, la mine ſe détache. Le patouillet eſt excellent pour les mines de la premiere & troiſieme eſpece de notre ſubdiviſion; & des paniers d'ozier (*Pl. II, fig. 5,*) ou d'autres bois ſuffiſent, pour plus de préciſion; on en a fait de fil de fer.

Les mines de la ſeconde eſpece veulent des lavoirs & *égrappoirs*. Les premiers ſont compoſés d'un trou quarré, ou quarré long, dont le fond eſt garni de planches enterrées d'un pied de profondeur ſur ſix à ſept pieds d'étendue, & les côtés garnis de membrures épaiſſes, encochées par leurs extrémités, & arrêtées par des piquets de bois. A la partie ſupérieure de la côtiere du deſſus, & de celle du bas, il y a une entaille pour laiſſer entrer & ſortir un petit courant d'eau: pour tout cela, voyez les figures 5 & 6 de la Planche III.

On emplit de terre à mine un des côtés du lavoir, & un ou deux Ouvriers ſe placent du côté que vient l'eau; après avoir tiré au courant le minerais le plus proche du bas du lavoir, ils le font paſſer de l'autre côté, en changeant eux-mêmes de poſition, & le tirant à eux; de-là ils le ramenent à ſa premiere place, en le remuant toujours par le fond: chaque changement s'appelle un *demi-tour*. Suivant la connoiſſance qu'on acquiert aiſément, on décide qu'une telle mine a beſoin d'un, deux, trois, quatre demi-tours; c'eſt-à-dire, que pour être ſuffiſamment nettoyée & lavée, il faut la mener & la ramener un certain nombre de fois dans un courant d'eau qui ſe renouvelle inceſſamment, & qui, en s'échappant, emmene la terre dont l'eau s'étoit chargée. Quand la mine eſt ſuffiſamment nettoyée, les Ouvriers la tirent & la mettent en morceaux à côté d'eux, avec les pierres ou ſable qui y ſont demeurés, juſqu'à ce qu'il y en ait un aſſez grande quantité, pour, ſi la mine & le ſable ſont de groſſeur inégale, être portée à l'*égrappoir*, nom qui vient de ce qu'on appelle *Grappes*, les petites pierres, ainſi que le ſable mêlé, ſur-tout dans les menues mines. Ces lavoirs ſe font quelquefois en quarré long, ce qui donne de la force au courant: c'eſt l'affaire d'un Maître intelligent, de diſpoſer ſes lavoirs ſuivant les circonſtances.

Pluſieurs pour égrapper les mines, ſe ſervent de chaudieres de fer ou de cuivre battu, percées de l'échantillon de la mine ou de ſable. L'anſe de la chaudiere eſt paſſée dans un crochet de fer qui tient à un morceau de bois

attaché

attaché par le moyen d'une corde à une perche flexible: ce travail eſt long & gênant, (voyez la figure 8, Planche III).

D'autres, pour détacher la terre qui tient fermement à la mine, ont imaginé une roue creuſe garnie en-dehors de planches percées de pluſieurs trous, & en-dedans de pluſieurs barreaux de fer. La mine renfermée dans cette roue en mouvement, peut, par le frottement, être débarraſſée d'une partie des terres graſſes qui l'enveloppent.

M. *Robert*, Maître de la forge de Ruffec en Angoumois, dont le Mémoire a remporté en 1756, le prix propoſé par l'Académie de Beſançon, a imaginé un lavoir, dont voici la deſcription telle qu'elle a été donnée par l'Auteur, ſuivant une copie manuſcrite de ce Mémoire qui nous eſt parvenue.

Ce lavoir eſt poſé dans un baſſin formé de bois qui a un écoulement pour évacuer avec l'eau ſale les ſables & terres graſſes qui paſſent au travers de la fonçure du lavoir. Il eſt élevé de 12 à 15 pouces; foncé de feuilles de fer appuyées ſur deux gros madriers. Les feuilles ſont percées de trous longs, de dimenſion à ne point laiſſer échapper de mine. Le tour du lavoir eſt de planches percées & clouées en talus aux madriers. Un canal d'eau courante, de huit pouces cubes qui paſſe dans un petit réſervoir, fournit abondamment deux lavoirs de quatre pieds en quarré. A chaque lavoir il y a un homme qui, avec un rabot de fer percé de huit trous, remue la mine à force bras, juſqu'à ce qu'il ne reſte plus que le grain: il n'y a point de terre qui ne cede au frottement de fer contre fer.

Il eſt à croire que ſi l'Auteur eût connu les machines que nous décrivons, il auroit d'abord fait paſſer la mine au patouillet, qui détache & enleve parfaitement la terre; & de-là, ſi le grain de la mine, dont il ne dit point la groſſeur, l'eût permis, il l'auroit portée à l'égrappoir ſuivant, qui fait par jour un très-grand travail, avec toute la préciſion & l'exactitude qu'on peut lui donner. Le travail des machines plus exact que celui des bras, eſt fait ſur-tout pour diminuer le nombre & la peine des Ouvriers.

L'égrappoir du meilleur ſervice, (voyez la figure 8, Planche II) eſt compoſé de deux membrures *B B* de ſix pieds de long ſur 8 pouces de hauteur; elles ſont tenues par des traverſes *C C* de 8 pouces de longueur, dans l'intérieur des membrures qu'elles aſſemblent, au moyen des tenons qui paſſent par les mortaiſes *D D*. Ces tenons ſont mortaiſés eux-mêmes en-dehors *E*, pour être arrêtés par des clefs *F* dans le bas des membrures: à un pouce du bord, on forme une rainure *G G*; on arrange dans ces rainures des baguettes de fer *H* de la longueur de 9 pouces, dreſſées à la lime, & évaſées par deſſous. On les éloigne les unes des autres, autant qu'on le juge à propos, au moyen de petits morceaux de bois qui laiſſent entre elles un intervalle proportionné au ſable ou à la mine, ſuivant celles de ces deux ſubſtances qui,

comme la plus petite, doit paſſer dans ces intervalles, tandis que l'autre qui ne peut y paſſer, eſt portée au bas du crible : le total fait un grillage dont les côtés ont ſept à huit pouces de hauteur.

On poſe ce grillage ſur le côté du lavoir *I*, de façon que le bas ſoit au-delà de la coſtiere *L*; on éleve le deſſus *M* où aboutit le courant d'eau, au point de former un plan incliné de 24 ou 25 degrés : l'eau du réſervoir vient par le canal *N* aboutir ſur la trémie *O*, dans laquelle on jette la mine. On ſe ſert de trémie afin que la mine ne tombe point en maſſes dans le petit courant d'eau qu'elle feroit regonfler : il ne faut point d'ailleurs que cette trémie ſoit arrêtée, parce qu'on peut l'avancer ou la reculer en débouchant le canal de l'eau, ſuivant que l'état de la mine le demande pour s'en approcher. La mine entraînée par l'eau ſur le grillage, paſſe à travers les baguettes, ou bien c'eſt le ſable qui eſt criblé, ſuivant la diſpoſition de la mine; l'un ou l'autre qui paſſe à travers les baguettes, tombe dans le lavoir, tandis que l'autre qui n'y peut paſſer, eſt chaſſé au bas du crible. Toutes les fois qu'il y a inégalité de groſſeur entre le ſable & la mine, le triage eſt fait promptement & exactement.

Il faut pour cette opération deux Ouvriers ; l'un jette la mine dans la trémie, & l'autre avec un rabot la tire de deſſous le crible, & la met en tas à côté du lavoir. Si l'on met un troiſieme Ouvrier, il n'y a point d'interruption. Par cette manœuvre, qui va très-vîte, on eſt au moins aſſuré que les ſables qui reſtent dans la mine, ne ſont que du même échantillon.

Les pierres qui ſe trouvent dans la mine de la quatrieme eſpece, ou ſont par bancs dans la miniere, un de pierre, un autre de mine, ou ſont pêle-mêle en gros volume : alors on peut avec des pics ou des marteaux, en ſéparer la mine. Cette premiere ſéparation faite groſſierement, on paſſe enſuite la mine au lavoir, de-là à l'égrappoir; ſi ce ſont des mines en grains, on peut laiſſer les pierres qui ne ſont que médiocrement fournies de grains, ſi la miniere peut d'ailleurs fournir aux beſoins & à l'approviſionnement du fourneau; ſinon il faut les mettre à part pour les faire travailler au boccard, ainſi que celles qui ſuivent, ou, pour le mieux, il faut les diviſer par le feu, comme nous le dirons ci-après.

Les mines en roche, ou celles de la cinquieme eſpece, peuvent être aſſez riches pour être brûlées ſans être ſéparées de la pierre, ou demandent à en être ſéparées; ou enfin, comme celles de la ſixieme eſpece, elles ſont jointes à des matieres dont il faut les ſéparer néceſſairement.

Au premier cas, il ne s'agit que de les mettre en plus petits volumes, ce qu'on peut faire avec des marteaux à main, mieux encore avec des boccards, que l'on emploie auſſi quelquefois dans le ſecond cas ; ce qu'il faut néanmoins éviter, par les raiſons que nous en donnerons dans un moment.

Les boccards, dont on trouvera le développement dans une des Planches

pour les fourneaux, ſont compoſés de poutres ferrées par un bout *A*, & tenues verticalement par des traverſes de bois *B*, entre leſquelles elles peuvent monter & deſcendre par le moyen d'un gros cylindre de bois C garni de cammes ou dents *D*, qu'une roue à eau fait mouvoir, & qui, en tournant rencontrent d'autres dents ou mentonnets *F* pratiqués aux pilons, les élevent & les laiſſent tomber, lorſque les cammes viennent à échapper du deſſous des mentonnets. Le bout ferré du pilon, frappe, en tombant, dans une auge G, où l'on jette la mine à boccarder, & l'écraſe. De cette mine écraſée, les parties métalliques étant les plus lourdes, tombent & reſtent au fond de l'auge. Les parties pierreuſes & plus légeres ſont entraînées par un courant d'eau qu'on fait paſſer ſous les pilons.

Nous ajoûterons, pour les mines qui demandent à être diviſées & purgées d'une partie de terre qui ſe trouve dans leur intérieur, que les pilons ſont garnis par le bas de pieces de fonte coulées, à pluſieurs pointes, afin de diviſer ſeulement, au lieu de mettre en pouſſiere; qu'au lieu d'auge, ils frappent ſur une plaque de fonte *Q*, & que le derriere des pilons doit être garni de barreaux de fer, qui ne laiſſent paſſer que ce qui eſt diviſé. La mine, au ſortir des barreaux, tombe dans un lavoir; & l'eau entraîne les parties les plus légeres.

Dans le ſecond cas, les lavoirs ſimples n'y feront rien. Le patouillet uſera ſans ſéparer; le boccard écraſera la mine comme la pierre, & ce qui reſtera ſera toujours dans la même proportion de mine & de pierre. Il ne faut pas, pour ces eſpeces de mines, héſiter de recourir à la macération : il y a la naturelle & l'artificielle; la naturelle s'opere, en expoſant aux grandes chaleurs & aux gelées, ce qui demande du temps, les pierres à mine déjà briſées au marteau, en leur laiſſant peu d'épaiſſeur. Voyez à ce ſujet un Mémoire dans ceux de l'Académie des Sciences en 1747.

La macération artificielle va plus vîte, & conſiſte à donner à la mine un certain degré de chaleur, ce qui s'appelle *la calciner, la griller, la torréfier*, d'ailleurs la calcination eſt le ſeul remede qui convienne aux mines de la ſixieme eſpece, c'eſt-à-dire, à celles qui ſont minéraliſées avec le ſoufre ou l'arſenic, ou avec tous les deux enſemble; & cela quelques formes & figures que ces mines puiſſent avoir. Il ſeroit de la derniere conſéquence qu'on prît enfin le parti de calciner la plus grande partie des mines de France, comme on ſçait qu'on en calcine utilement quelques-unes. Il y a même des fontes que l'on fait paſſer à la macération, comme nous le verrons : n'y auroit-il pas plus de raiſon & d'épargne de faire ſubir cette opération aux mines? Bien des Maîtres de forges ont peine à ſe rendre ſur cet article. Seroit-ce la nouveauté qui les effraie ou les embarraſſe? Seroit-ce le manque de confiance? Ils peuvent ſe raſſurer, en voyant qu'on calcine les mines en Angleterre, en Suede, en Bohême, ſuivant *Swedenborg*, qui donne pluſieurs exemples de calcination, tant

des mines en pierres que des mines en grains, même de celles des marais & des lacs; nous allons de notre côté indiquer encore quelques autres méthodes.

On peut avoir près des minieres, ou près des bois, ſuivant la plus grande commodité, des trous préparés comme pour la calcination de la pierre : il faut en avoir pluſieurs relativement au travail. Les fours étant dreſſés avec les pierres à mines, comme on les dreſſe avec les calcaires, on fait allumer le feu, qui ſera entretenu avec les rebuts de l'exploitation des bois mis en fagots : la cuiſſon eſt bientôt faite. Si enſuite la mine n'a pas beſoin d'être lavée, il n'y aura plus qu'à la tranſporter près le fourneau. Il y a même des cas où il faut la tenir à couvert; mais s'il eſt néceſſaire de la nettoyer & d'en ſéparer les matieres étrangeres, il faut la tranſporter ſur les lavoirs. A la premiere eau tout peut être dégagé, ou bien on ſe ſervira du boccard, ſuivant l'eſpece de la mine, & que les circonſtances le demanderont. Comme l'eau qui ſort des mines calcinées, lorſque leur baſe eſt calcaire, pourroit être dangereuſe, en ſe déchargeant dans les ruiſſeaux ou rivieres à portée des lavoirs, il faut alors faire, au bas de ces lavoirs, pluſieurs grandes & ſpacieuſes foſſes qui s'empliront les unes après les autres, des eaux de ces mines à baſe calcaire, ce qui donnera le temps à l'évaporation & au dépôt des parties nuiſibles. Par le lavage ordinaire des mines chargées de terre, on peut, avec un peu d'adreſſe, remplir des terreins bas. Quand l'Ouvrier reprendra le travail le matin, il achevera de vuider ces réſervoirs par le moyen d'une pelle & d'un petit déchargeoir qu'on y aura ménagé. Lorſque le ſédiment aura entierement rempli ces foſſes, il faudra les vuider & jetter la matiere ſur les bords. On emploiera utilement cette eſpece de marne à l'engrais des terres fortes & humides, ce qui dédommagera de la dépenſe.

Voici l'extrait de ce qu'on trouve dans les Mémoires de *M. de Réaumur*, ſur différentes manieres de calciner, griller & faire cuire la mine de fer.

« On ſe ſert, dit-il, aſſez indifféremment de tous ces termes pour exprimer » la préparation dont nous voulons parler. On cuit les mines du Dauphiné, » du Comté de Foix, du Rouſſillon & de la Navarre, dans des fours aſſez ſem- » blables aux fours à chaux, mais conſtruits différemment dans ces différents » pays. Ce ſont pourtant toujours des trous creuſés en terre, entourés de tous » côtés de maçonnerie, & dont le deſſus eſt découvert. La maçonnerie a par » en bas une ouverture où on met le feu. On y arrange la mine & le bois par » lits. On compoſe les premiers lits de la plus groſſe mine. Ce four s'appelle en » Dauphiné, une *Regraine*. Il contient environ 14 à 15 milliers peſant de mine cuite; & l'on y conſomme en bois deux charges de mulets pour 14 ou 1500 » de mine cuite. Le feu reſte allumé dans ce four au moins pendant un » jour & quelquefois pluſieurs. On a l'attention de faire les derniers lits de » mine avec les morceaux les moins gros, afin qu'ayant moins d'air le feu

» dure

» dure plus long-temps, & que la mine la plus éloignée de la grande chaleur » ſoit auſſi la plus aiſée à griller. Dans la même province, la figure exté- » rieure de ces fours eſt cylindrique, & l'intérieure reſſemble à un cône » tronqué & renverſé. L'ouverture ſupérieure du four a environ 9 pieds de » diametre, & il n'en a que quatre près du fond. Sa profondeur eſt d'environ » 10 pieds, comme on le voit dans la Planche IV. figures 14, 15, 16, » gravées ſur les deſſeins procurés par M. d'Orſai, lors Intendant de la pro- » vince.

» Quand cette mine eſt cuite, on concaſſe encore les morceaux les plus » gros. On n'en veut point dont la groſſeur excede celle d'une noix. Ils ſont » alors aiſés à briſer. On ſépare en même-temps les matieres étrangeres qui » y ſont mêlées. On la tranſporte enſuite près des fourneaux, & on la met en » tas, expoſée aux injures de l'air. On prétend que plus elle y reſte, plus » elle donne de fer. Les maîtres des fourneaux diſent même que tant qu'on » la laiſſe, elle produit cinq pour cent de l'argent qu'elle a coûté, ſoit de » premier achat, ſoit de voiture. En cas que cela ſoit vrai, ce ne peut être » qu'avec des exceptions. Il ſe fait apparemment à l'air une ſéparation ſem- » blable à celle qui ſeroit faite dans un fourneau, mais plus lente & moins » conſidérable. La mine d'Alvar cuite donne environ le tiers de ſon poids » en fer fondu ; car de 12 beines peſantes chacune environ 120 li- » vres, ou enſemble entre 14 à 15 quintaux, on retire cinq quintaux de » fonte.

» L'uſage du pays de Foix & autres circonvoiſins, eſt de conſtruire ces » fours ſur une baſe quarrée, dont chaque côté a neuf pieds dans œuvre. Ils » en élevent les murs perpendiculairement juſqu'à 6 à 7 pieds de hauteur. On » y laiſſe auſſi par en bas une ouverture pour allumer le feu. On couvre le » fond du four d'un lit de charbon, ſur lequel on en met un de bois. Sur ce » dernier on en étend un compoſé de la plus groſſe mine. On recouvre la » mine d'un lit de charbon, & le charbon d'un lit de bois : enfin on poſe le » dernier lit de mine, à qui on donne beaucoup plus d'épaiſſeur qu'au premier. » On lui fait prendre auſſi une autre figure. On le termine par une pointe » arrondie, qui s'éleve ſouvent d'un pied ou deux au-deſſus des murs. Le » feu reſte quelquefois près de huit jours allumé dans ces fours, ſans » qu'on y porte d'autres matieres combuſtibles que celle qui a été miſe » à la premiere fois. Les deſſeins de ces fours (*Planche IV*, *Figures* 17 *&* » 18,) ont été envoyés par M. d'Angervilliers, alors Intendant de ces » pays.

» Dans la Navarre Eſpagnole, on ſe ſert depuis quelque-temps d'un four » aſſez ſemblable au précédent ; mais le bois & la mine y ſont mis dans un au- » tre ordre. Il eſt conſtruit à peu-près comme les fours à plâtre, & on y ar- » range la mine, comme on arrange les pierres dans ces derniers fours.

» Celui-ci eſt renfermé entre quatre murs, ouverts entierement par en haut; & » il a d'un côté une porte, ou ouverture, de 18 pouces en quarré pour y mettre le feu. On forme la premiere couche de mine en deux pieds ou davantage. Sur cette voûte on arrange diverſes couches de mine, dont les » plus baſſes ſont toujours compoſées des plus gros morceaux, les dernieres des plus petits, & elles ont moins de diametre. La maſſe ſe » termine en pyramide. Elle contient juſqu'à 230 quintaux de mine. On » allume le feu au-deſſous de la voûte, & on l'y entretient environ pendant 24 heures, en faiſant, de temps en temps, entrer du bois par la » porte ».

A Fordenberg en Allemagne, le four à griller la mine (*Planche IX. des Fourneaux*, *fig.* 2.) eſt fait de quatre murs qui renferment un quarré dont les côtés ont 20 pieds; ils ont 14 pieds de hauteur, 2 d'épaiſſeur par en bas, & un & demi par en haut; un de ces murs a une porte voûtée de ſix pieds de haut, qui ſert à retirer la mine lorſqu'elle eſt grillée; mais lorſqu'on veut charger le four, on bouche cette porte avec ſix barres de fer, ſoutenues horizontalement par des crochets de fer, à diſtance à peu-près égale les unes des autres, on applique enſuite contre ces barres, des pierres qui réſiſtent au feu. Pour charger ce fourneau, on couvre d'abord ſon fond d'une couche de charbon de deux pieds & demi d'épaiſſeur, ſur laquelle on met une couche de mine épaiſſe de quatre pieds, on fait enſuite un ſecond lit de charbon, mais ſeulement d'un pied & demi; on le recouvre d'un lit de mine épais de deux pieds & demi; on ne donne qu'un pied à la troiſieme couche de charbon, & deux pieds à la troiſieme couche de mine. La mine reſte à cuire, c'eſt-à-dire, le charbon à être conſommé, environ 15 jours. Quand la mine eſt preſque cuite, on jette deſſus une nouvelle couche de charbon d'environ un demi-pied d'épaiſſeur. On vuide ces fourneaux à meſure qu'on a beſoin de matiere; en tirant la mine, on la concaſſe; on ne laiſſe aux plus gros morceaux que la groſſeur d'une noix; il y a toujours deux fourneaux pareils, *a*, *b*, *c*, *d*, (*Plan. VIII.*) dont l'un eſt en feu, pendant qu'on tire la mine de l'autre. En Styrie & Carinthie, on grille la mine de la même maniere, excepté que dans des fours pareils, on ne donne à chaque couche de charbon que le quart d'épaiſſeur de la couche de mine qui eſt au-deſſus. Mais nous avons à faire remarquer une pratique ſinguliere ſur une préparation qu'on donne à la mine grillée avant de la porter au fourneau. Après l'avoir pilée, concaſſée en morceaux gros comme de petites noix, on en fait un grand tas qu'on entoure de planches de tous côtés, & qu'on applanit par-deſſus; on conduit de l'eau ſur ce tas; on fait diverſes rigoles, afin que l'eau puiſſe parvenir à une grande partie de ſa ſurface; on perce de diſtance en diſtance des trous dans ce tas, afin que l'eau puiſſe le pénétrer: on laiſſe le tas en cet état

au moins pendant un an, & quelquefois pendant deux & trois ; & on prétend que la mine eſt d'autant meilleure qu'elle eſt reſtée plus de temps en tas. Cette pratique revient pourtant à celle que nous avons fait obſerver, en parlant des mines d'Alvar en Dauphiné, où on laiſſe long-temps la mine cuite expoſée à l'air ; mais on n'y conduit point d'eau deſſus.

« Le même Mémoire nous apprend que les mines de différentes couleurs » prennent à peu-près la même, après avoir été grillées, c'eſt-à-dire, une » couleur rougeâtre, qui tire ſur celle de la rouille. Elles ſont plus tendres, » plus douces au toucher, de ſorte qu'à la vûe on peut diſtinguer une mine » grillée de celle qui ne l'a pas été. Il y a à Eſcaron dans le Rouſſillon, une » mine qui a cela de ſingulier, qu'à la ſortie de la terre elle eſt parfaitement » ſemblable aux mines cuites ; & ce n'eſt pas ſeulement par l'extérieur, qu'elle » leur reſſemble. On fait cuire toutes les autres mines du même pays, avant de » les porter au fourneau : elle ſeule eſt exceptée de la regle. Il s'eſt apparem- » ment trouvé des feux ſouterreins qui ont opéré, ſous terre le même grillage » qui ſe fait dans les fours.

Voici, *ſuivant M. de Reaumur*, les raiſons du grillage de ces mines. « Si on » les jettoit au fourneau, immédiatement après qu'elles ont été détachées » de la veine ; quoique riches, elles ne donneroient point, ou preſque point » de fer. Elles ſont pénétrées de trop de ſoufres, ou de trop de ſels, ou peut- » être de tous les deux enſemble, qu'un feu modéré fait évaporer. Si pendant » qu'elles en ſont chargées, on les expoſoit à une chaleur violente, le fer » ne pourroit ſe ſéparer, il ſe brûleroit. On ſçait avec quelle facilité ce » métal ſe brûle dans les forges ordinaires ; c'eſt même un défaut qui le » diſtingue des autres métaux. On ne parvient, dans la plûpart des four- » neaux, à rendre fluides les grains ferrugineux qui ſont contenus dans la » mine, qu'avec le ſecours d'un fondant terreux, qui lui-même ſe liquéfie » aiſément. On auroit beau jetter de ce fondant dans le fourneau, ſi la » mine n'en eſt pas elle-même aſſez remplie, c'eſt-à-dire, ſi elle n'a » pas aſſez de matiere terreuſe, & que la place de cette matiere y ſoit » occupée par des ſoufres, ou par des ſels propres à brûler prompte- » ment ce métal, ou à le vitrifier, le ſecours du fondant extérieur devient » inutile.

» A en juger par nos mines d'Alvar & de Navarre, c'eſt toujours *M. de* » *Reaumur* qui parle, il eſt naturel de conclure que les ſoufres & les ſels en- » trent pour beaucoup dans la compoſition de ces ſortes de mines 1°, Après » avoir réduit cette mine crue en poudre, on a beau lui préſenter le couteau » aimanté, on n'en retire aucun grain ferrugineux, au lieu qu'après qu'elle a » été cuite, preſque toute la poudre qui eſt proche du couteau, s'y attache. » Il ſemble que cette poudre ſoit tout fer ; mais il ſemble auſſi que ce fer

» étoit auparavant pénétré d'acides, puiſqu'il étoit inſenſible aux approches » du couteau aimanté. 2°, La facilité avec laquelle cette mine ſe cuit, montre auſſi qu'elle abonde en ſoufre, 3°, Enfin le poids de la mine diminue » aſſez conſidérablement pendant qu'on la fait cuire, ce qui prouve que la » quantité des ſoufres ou des ſels ſuperflus, eſt grande par rapport au reſte. » J'ai fait cuire, ſur des charbons, un morceau de mine de la groſſeur d'un » œuf. Je l'y ai laiſſé une heure ; ſon poids eſt diminué d'un cinquieme. » Je ne ſçais ſi c'eſt la quantité que cette mine perd ordinairement de » ſon poids ; mais je ſçais que ce qu'elle perd eſt aſſez conſidérable, » pour avoir mérité l'attention de ceux qui travaillent à la convertir en fer. Ils ne la tranſportent jamais au fourneau qu'après l'avoir fait » cuire auprès de la miniere, afin de n'avoir pas à voiturer un poids » inutile ».

Voici quelques remarques ſur le grillage de la mine, tirées des articles *Calcination* & *Grillage*, de l'Encyclopédie.

« On ſe propoſe en général dans la calcination deux objets différents. » Le premier objet eſt de ſéparer une ſubſtance volatile, qu'on ne ſe met point » en peine de retenir, d'une autre ſubſtance fixe, qu'on a ſeule en vûe, » comme dans la calcination des mines, dont, par cette opération, on » diſſipe les matieres volatiles, étrangeres au métal qui eſt l'objet du » travail, principalement le ſoufre & l'arſenic. Cette opération eſt plus » connue dans le traitement des mines, ſous le nom de *rôtiſſage*, ou de » *grillage*.

» Le ſecond objet de la calcination, c'eſt d'ouvrir certains corps, de rom» pre la liaiſon, de détruire le maſtic naturel, le gluten de certaines matieres, » telles que les parties dures des pierres, & des terres alcalines & gypſeuſes, » qui fourniſſent, par la calcination, ces produits, connus de tout le monde » ſous le nom de *Chaux & de Plâtre*; telles encore que les gangues dures, » réfractaires, ou ſauvages des mines, d'ailleurs peu ſulphureuſes & peu » arſenicales, qu'on ne grille que pour diſpoſer cette gangue à la fu» ſion. ».

Les regles générales à obſerver pour le grillage des mines du fer, ſur-tout lorſqu'on a pour objet de les purger de matieres nuiſibles, ſont de le faire à l'air libre, puiſqu'il eſt queſtion de donner paſſage à des matieres rendues volatiles, qu'on veut faire partir ; d'employer un feu doux, parce que s'il étoit violent, en dégageant les parties volatiles, ſon impétuoſité entraîneroit auſſi les parties métalliques, qui ſont écartées les unes des autres dans la mine, & diviſées en particules d'autant plus déliées que le feu eſt plus grand ; ce qui eſt la même choſe que de dire que le feu les a plus raréfiées, comme nous le verrons dans la Section qui ſuit, ſur l'Art du Fer.

La

La plûpart préferent le feu de bois à celui de charbon, pour le grillage des mines, tant parce qu'il est moins couteux que le charbon, que parce qu'il ne chauffe pas si vivement, & remplit mieux les vûes qu'on se propose dans cette opération. On regarde le bois de Pin & de Sapin, comme préférable en ce point à tous les autres; mais les bois de Chêne & de Hêtre sont très-bons. On peut même se servir des fagots. Il y a des endroits où l'on grille les mines avec du bois verd; mais l'expérience a fait voir que l'usage du bois sec y étoit beaucoup plus avantageux.

Nous tirons de la traduction de *Schulter*, les indices que donnent les fumées pendant le grillage d'une mine. Quand elle a beaucoup de soufres communs, on voit distinctement, dans l'obscurité, une flamme bleue, avec une fumée d'un blanchâtre obscur. Il est bon d'avertir qu'il ne parle que de grillages en petit pour essai, ce qu'il est aisé d'appliquer au grillage en grand. La fumée des mines qui ne sont pas fort sulfureuses est seulement bleuâtre, sans aucune flamme bleue. Si la mine contient de l'arsenic, la fumée sera abondante. Vous appercevrez un peu de bleuâtre dans cette fumée; mais pour s'assurer encore mieux que cette fumée est arsenicale, il faut tenir une lame de fer poli au-dessus de la fumée qui s'éleve de la mine, seulement pendant quelques minutes : s'il s'y sublime une matiere parfaitement blanche, s'il y en a une assez grande quantité, on peut être assuré que c'est de l'arsenic.

Lorsqu'on fait griller des mines, on est souvent obligé d'y faire des additions, qui unies à l'action du feu, servent à les développer, & à détruire les substances étrangeres qui sont unies au métal dans sa mine. Lorsque la mine est sulfureuse, on y joint de la chaux qui, dans le grillage, absorbe la trop grande quantité de soufres. Par cette addition, la mine est plus développée, & plus propre à recevoir le feu de fusion; mais c'est le sujet de l'article suivant.

Article troisieme.

Addition des Matieres convenables à la Fusion.

Quelques-unes des opérations que nous venons de décrire, font déja partie de cet article. On joint aux mines exposées à la calcination, des pierres calcaires qui absorbent les soufres, dans la vûe de diviser le tissu qui compose la mine de fer; & cela afin que chaque partie présentant au feu plus de surface, elle en soit plutôt & plus aisément pénétrée. Une autre raison de la division qu'on cherche à procurer aux parties constituantes de la mine, est afin de mêler plus intimement les matieres qui servent de fondants, c'est-à-dire, qui fondants elles-mêmes, servent d'intermede & de préservatif à l'élément du fer, qui par lui-même est trop subtil pour

pouvoir être fondu, c'eſt-à-dire, diviſé dans un fluide pour qu'il puiſſe ſe précipiter en une telle quantité, ne devant, pour être fer, conſerver des matieres fondues que la quantité qui lui eſt néceſſaire pour lui ſervir de baſe, d'enveloppe, de ſoutien. Il me ſemble, dit *Lehmann*, qu'il ne manque au mercure, pour devenir réellement un métal, c'eſt-à-dire, un corps dur, ténace, & ductile, que l'addition d'une terre vitreſcible & plus graſſe, qui ſoit intimement combinée avec lui. Il n'y a pas d'apparence que par cette terre il ait entendu une terre mercurielle. C'eſt dans ce ſens que ces matieres ſont partie eſſentielle du compoſé métallique que nous appellons fer. De-là il eſt aiſé de ſentir combien il eſt difficile que dans la premiere fonte, le fer ne conſerve de ces matieres que la quantité néceſſaire; matieres dont le défaut ou l'excès le rend fragile. La compreſſion des coups, qu'on lui fait eſſuyer, après avoir été chauffé, au point de fondre, c'eſt-à-dire, extrêmement raréfié & pénétré de feu, ne tend qu'à en rapprocher les parties, en le privant de l'excès de ces matieres nuiſibles & ſuperflues. C'eſt ce qui occaſionne le grand déchet de la fonte réduite en fer, & c'eſt ce qui nous montre qu'à proportion qu'il en a été dépouillé au premier feu, ce déchet doit être relativement moins grand. Quelquefois pour avoir pouſſé ce dépouillement juſqu'à un certain dégré, le fer en eſt ſorti plus ou moins malléable, comme nous le verrons dans certains travaux. Concluons-en qu'il faut donc une certaine quantité de matiere vitrifiée pour retenir une telle quantité de l'élément du fer. Conſéquemment il peut ſe faire que le bain dans lequel il s'unit à la matiere vitrifiée, ne ſoit pas aſſez conſidérable: on eſt obligé d'y remédier par des additions. Il n'eſt auſſi que trop commun que la baſe que l'on ſoumet à la fuſion, eſt infuſible par elle-même. Il faut donc encore dans ce cas-là, addition d'autres matieres reconnues pour ſe mettre en bain avec l'eſpece qu'on a à traiter. C'eſt ce qui nous a engagé à mettre dans les paragraphes ſuivants quelques-uns des problêmes de *Gellert*. On peut auſſi recourir à la table de *Pott*. Mais dans les matieres qui ſe trouvent jointes à la baſe du fer, il y a en qui le vicient, telles ſont les ſulfureuſes, les arſenicales, les élémentaires des autres métaux. Il a fallu chercher des moyens pour les en ſéparer, & ces moyens ſont de deux eſpeces; l'un en leur préſentant des ſubſtances qui ont plus d'affinité & de rapport avec celles dont on veut ſe débarraſſer; l'on peut voir la table des rapports dreſſée par *Gellert*, en y joignant celle de M. *Geoffroy*; mais ce moyen n'étant pas toujours pratiquable dans le travail en grand, on a eu recours à un autre, qui eſt la calcination, comme nous l'avons vû; moyen facile & immanquable, nous ne pouvons trop le répéter, parce qu'on a reconnu que ces matieres vicieuſes s'évaporoient plus aiſément à un moindre degré de feu, que l'élement du fer ne quitte ſa baſe, dont il ne ſe dégage qu'à un degré ſupérieur de chaleur. On ne peut trop effectivement le ſéparer de ſa baſe, comme nous le voyons

dans le fer brûlé : mais nous remettons ces obſervations à la ſuite de l'examen des mines. Nous devons tout employer, pour nous affermir dans ce que nous croyons devoir penſer ſur la nature de ce métal, auſſi diverſifié que ſes baſes. Nous devons nous tenir ſur nos gardes juſqu'à ce que nous ayons vû, comparé, examiné la plus grande quantité de mines qu'il nous ſera poſſible ; ſeul moyen de tirer une ligne entre ce que nous ſçavons, ce que nous pouvons eſpérer, & ce que nous tenterions peut-être inutilement. Voilà, par exemple, une telle mine de fer. Nous ſçavons qu'avec tels procédés nous réduiſons tant de cette mine en tant de fer, de telle qualité. Nous pouvons eſpérer de tirer de cette mine, ou une plus grande quantité de fer, ou de rendre ce fer meilleur dans ſon eſpece ; mais pouvons-nous changer cette mine en une autre ? La mine de Juſſey ne paroît pas pouvoir être amenée au point de donner du fer, pour ainſi dire, organiſé comme celui de Peſmes, quoique le fer qui provient des mines de Juſſey, paroiſſe ſuſceptible d'amélioration. C'eſt conſéquemment à ces idées, qu'on peut penſer que l'acier fin, durable & traitable tient ſa qualité de l'eſpece de la mine, travaillée d'ailleurs comme il convient. Des perſonnes très-habiles ne ſont pas de ce ſentiment ; mais lorſqu'il en ſera temps, nous détaillerons des raiſons, & on jugera de leur ſolidité. Nous verrons, à la vérité, avec étonnement, mais avec grande ſatisfaction, & au grand avantage de la ſociété, faire de l'acier fin, durable & traitable, avec toutes ſortes de fer. Cependant tous ceux qui en font réellement, ne prennent jamais que certaines mines ou certaines fontes. Au reſte, il eſt très-certain que nous avons en France des mines ſemblables à celles que l'étranger employe pour s'en procurer. On pourroit objecter qu'on voit tous les jours des Ouvriers avec les mêmes fontes, faire du fer plus ou moins caſſant à leur gré ; c'eſt une choſe accidentelle, & non eſſentielle. La trempe ſeule le rend caſſant. N'y a-t-il pas des degrés dans le dépouillement que l'on fait eſſuyer à la fonte ? ſi on laiſſe trop de baſe à l'élément du fer, il eſt caſſant. Paſſez à la fonderie de ce fer que, par un ſyſtême mal entendu, vous faites caſſant, parce que vous croyez qu'il ſe coupe plus nettement, & vous verrez ſi le déchet n'en eſt pas plus conſidérable. Ne remarquons-nous pas que la compreſſion des cylindres, lors de l'applatiſſement, fait ſortir de la bande applatie une grande quantité de matiere vitrifiée ? On oſe dire que, pour un pareil changement, il faudroit détruire toute la baſe du fer. Toutes les fois que l'on a fondu du fer, qu'on l'a mis en chaux, en ſel, en liqueur, on a bien détruit une partie de ſa baſe ; mais auſſi il y en a d'évaporé : on a changé ſon état métallique. Si on le fait revivre, on a en moins ; mais il ſera le même, s'il n'eſt pas détérioré. Réitérez ces changements, à la fin il ne reſtera plus rien, parce qu'à chaque mutation on lui donne occaſion de s'évaporer, en mettant ſa baſe dans

l'impoſſibilité de le retenir en entier. Mais quittons cet objet, pour revenir à un autre que nous ne pouvons trop recommander, c'eſt la calcination des mines. Elle eſt des plus eſſentielles dans la plûpart des circonſtances. Ceux qui ſont les plus convaincus de ſa néceſſité, prétendent que la hauteur qu'on a donnée aux fourneaux de fuſion, fait le même effet que la calcination, & y ſupplée. Une ſeule raiſon détruit ce motif. Il faut que la calcination ſoit faite à l'air libre; & comme nous le verrons, l'air n'eſt pas libre dans un fourneau de fuſion. D'ailleurs en Suede, en Angleterre, &c, on calcine les mines; cependant les fourneaux y ſont auſſi élevés qu'en France.

Il nous reſte à parler de la qualité des matieres propres à l'addition, & que l'on appelle *fondants*. Pour cela nous allons un moment ſuivre *Cramer*.

« On appelle, dit-il, *Flux ou Fondant*, toute matiere capable de procurer » la fuſion d'un corps, qui n'en eſt pas ſuſceptible, ou qui n'y entre que » difficilement. L'action par laquelle les fondants facilitent la fuſion des mé- » taux réfractaires, conſiſte principalement en ce que ces matieres ont la » propriété de diſſoudre les ſcories qui proviennent de ces métaux, en ſorte » que ſi on leur ajoute un fondant, il donne aux molécules métalliques la » facilité de ſe ramaſſer en une ſeule maſſe, par la propriété qu'il a de diſ- » ſoudre les ſcories qui enveloppent chacun de ces molécules en particu- » lier, & qui conſéquemment empêchent la contiguité de leurs parties. On » eſt obligé de reconnoître une vertu particuliere dans certains corps, au » moyen de laquelle ils facilitent la fuſion d'un autre corps, ſans qu'on en » ſçache la raiſon. Au moins ne peut-elle être découverte que par les cir- » conſtances propres à chaque corps particulier. C'eſt ce qui fait qu'on voit » deux corps réfractaires, & rebelles à la fuſion, tant qu'on les expoſe au » feu chacun à part, fondre aiſément ſi on les met enſemble au feu. D'au- » tres au contraire entrent facilement en fuſion, quand ils ſont ſeuls, & ne » peuvent s'y mettre, qu'avec une difficulté preſque inſurmontable, quand on » les met fondre avec d'autres corps ».

Il eſt aiſé de s'aſſurer de la vérité de ces derniers faits: voyez les paragraphes ſuivants. Nous ajouterons qu'il faut que les matieres que l'on employe, ne puiſſent par elles-mêmes communiquer aucun vice aux mines à fondre. Pour le travail en grand, ces matieres doivent être communes, & ne pas demander beaucoup de préparation. Ces deux objets ſont parfaitement remplis par l'argile d'une part, connue dans quelques fourneaux ſous le nom d'*Harbue*; & la pierre à chaux de l'autre, connue ſous le nom de *Caſtine*. En un mot, les ſubſtances d'une eſpece ſont les fondants d'une autre, & ainſi réciproquement; mais quelle préparation demandent-elles; quelle doit être leur doſe? quel en eſt l'effet?

Les

Les préparations ſont d'être ſeches, en petits volumes, autant qu'il eſt poſſible, & mêlées auſſi exactement que contiguement. Quant à la doſe, elle n'eſt pas aiſée à déterminer, parce qu'il eſt très-rare que l'argile, qui eſt mêlée avec la mine, ou qu'on y ajoute, ſoit ſans mêlange. En la ſuppoſant telle, nous croyons pouvoir dire, en attendant des éclairciſſements plus détaillés, que dans dix parties d'argile il faut quatre parties calcaires, c'eſt-à-dire, que ſi dans un quintal de mine combinée avec de l'argile, il y a cinquante livres de parties élémentaires du fer, il faudra, pour mettre en bain les cinquante autres livres d'argile, vingt parties de caſtine.

L'effet de ce bain eſt de ſervir de filtre à l'élément du fer, qui doit ſe précipiter. S'il y a trop d'argile, la liqueur a trop de ténacité; elle s'enfle & ſe bourſouffle. C'eſt à ce ſujet, que *M. Rouelle* a remarqué que l'argile a une vertu expanſive, effet qui quelquefois n'eſt que trop ſenſible, & en même-temps très-nuiſible dans nos fourneaux, puiſqu'une partie de l'élément du fer, ne pouvant traverſer cette matiere ténace, eſt obligée d'y reſter empâtée; quand la doſe d'argile n'eſt pas totalement outrée, on le trouve raſſemblé dans les ſcories, en forme de grenaille, ſigne évident d'une fuſion trop épaiſſe; mais ſi l'excès d'argile eſt outré, on trouve le fer répandu dans le total de ſes bourſoufflures, & on n'obtient qu'une ſcorie noire & ſpongieuſe. Si l'argile qu'on ajoute à la mine, au lieu d'être réduite en petites parties, eſt miſe en gros morceaux coagulés, pluſieurs de ces morceaux, au lieu de fondre, ſortent par le bas du fourneau, enduits d'une eſpece d'émail, qui reſſemble à de la porcelaine: ſi au contraire il y a trop de caſtine, ou de pierre à chaux, l'effet en eſt nuiſible; parce qu'en rendant le bain trop fluide, il y a du fer qui ſe précipite trop aiſément, pendant qu'une partie coule & s'échappe avec les ſcories. Il paroît au reſte que ces fondants ne peuvent ſe combiner que juſqu'à un certain degré; c'eſt-à-dire, que pour faire un bain convenable, il y a une doſe dans leur mêlange, un point de ſaturation. Quand il y a trop de chaux, on voit dans les ſcories des veines, des zônes, qui ne ſont que chaux. Voyez la table de *Pott*, touchant l'effet du mêlange des différentes ſubſtances.

Il ne faut pas être étonné ſi je n'ai pas employé le mêlange trop généralement recommandé, des différentes mines, comme ſe procurant des fondants réciproques. Il ſemble que tout ſoit dit quand on a imaginé & débité, que pour faire du bon fer, il n'y a qu'à mêlanger les mines. Il y a ſans doute bien des cas où ce mêlange réuſſit à merveille: mais il n'eſt pas poſſible d'en faire une regle générale; elle ſouffriroit trop d'exceptions. J'ai vû des effets extraordinaires de ce mêlange des mines, ce qui nous détermine à attendre que nous ſoyons mieux inſtruits pour en parler, & probablement pour en tirer des réſultats de la derniere conſéquence. Il eſt cependant aiſé de ſentir que

le mêlange d'une mine chargée d'argile, avec une autre chargée de pierre à chaux, peut être fait utilement. Il en eſt de même de celui d'une mine ſulfureuſe avec une mine privée de ſoufres : notre but, dans ces préparations & additions, doit être de donner à toutes les eſpeces différentes de mines, une égale diſpoſition à la fuſion, ou à peu-près. Ce ſont ces préparations & additions qui ont occaſionné les différences que nous remarquerons dans les fourneaux. Si nous pouvons amener ces mines à une diſpoſition preſque égale pour la fuſion, il ne s'agira plus que d'un fourneau preſque uniforme : ſur quoi nous propoſerons nos vûes. Cette uniformité dans les fourneaux eſt un point dont le détail ne fera que trop ſentir les conſéquences, puiſqu'il ne peut y avoir de comparaiſon entre préparer les mines pour leur fuſion dans un fourneau uniforme, ou faire autant de fourneaux qu'il y a de mines différentes ; l'un pouvant s'exécuter à meſure des beſoins, & en connoiſſance des matieres ; & l'autre, nous diſons, la conſtruction des fourneaux, ne ſe faiſant qu'à grands frais, toujours en tâtonnant & d'une façon d'autant plus équivoque, que, quelquefois les mines qu'on doit brûler ſont encore enfermées dans les entrailles de la terre, quand le fourneau qui doit les fondre eſt conſtruit.

Les paragraphes ſuivants ſont tirés de *Gellert*.

§. I.

Eſſai des Terres & des Pierres pour ſçavoir à quelle claſſe elles appartiennent.

« Pulvérisez la terre ou la pierre, & ſéchez-la ſi elle eſt humide : verſez » par deſſus un acide, & obſervez s'il ſe fait un mouvement d'efferveſcence. » Quand il y en a, on peut regarder comme calcaire, la ſubſtance éprouvée. » S'il ne ſe fait point d'effervefcence, détrempez la ſubſtance dans de l'eau, » & voyez ſi elle prend ainſi toute ſeule la conſiſtance & la dureté d'une » pierre : ſi cela eſt, vous la mettrez au rang des ſubſtances gypſeuſes. Si » vous ne remarquez ni l'un ni l'autre de ces phénomenes, faites ſécher peu à » peu la ſubſtance humide qui formera une pâte ; donnez pendant quelques » heures un feu violent. Si elle ſe durcit, vous la mettrez au rang des ſubſtances argileuſes. Si rien de tout cela n'arrive, rangez-la au nombre de » celles qu'on nomme *vitrifiables* ou *apyres*.

§. II.

Réſultat du mêlange des Pierres de différentes natures.

» Les pierres argileuſes & calcaires ſe diſſolvent les unes les autres, & » ſe changent en verre. Il en eſt de même des pierres argileuſes & gypſeuſes.

« Les pierres argileuſes & les pierres vitrifiables, difficiles à fondre, ne ſe » diſſolvent pas les unes les autres. Le contraire arrive entre les pierres argi- » leuſes & les pierres vitrifiables aiſées à fondre.

« Les pierres gypſeuſes & calcaires ne ſe diſſolvent point les unes les au- » tres. Il en eſt de même pour les pierres gypſeuſes & les pierres vitrifiables » difficiles à fondre; mais le contraire arrive entre les pierres gypſeuſes & les » pierres vitrifiables aiſées à fondre.

» Les pierres calcaires & les pierres vitrifiables difficiles à fondre, ne ſe » diſſolvent point les unes les autres, non plus que celles aiſées à fondre.

« Le ſpath fuſible eſt de toutes les pierres vitrifiables aiſées à fondre, celle » qui poſſede à un plus haut point la propriété de diſſoudre, & elle eſt propre » à faire entrer en fuſion les autres pierres. »

§. III.

Diſſoudre les unes par les autres, & ſans addition, les Pierres ci-deſſus.

1°, Faites un mêlange d'une partie de craie avec trois parties d'argile; ou » d'une de craie contre cinq parties d'argile.

» 2°, Mêlez une demi-partie de gypſe avec une partie d'argile; ou cinq » parties de gypſe avec ſix parties d'argile.

» 3°, Mêlez deux parties d'argile avec une partie de ſpath fuſible; ou bien » une partie d'argile avec deux parties de ſpath fuſible.

» 4°, Mêlez deux parties de gypſe avec une partie de ſpath fuſible; ou une » partie de gypſe & une de ſpath fuſible.

5°, Mêlez deux parties de craie avec une partie de ſpath fuſible; ou bien » quatre parties de craie avec une partie de ſpath fuſible; ou renverſez les » doſes.

» 6°, Mettez chacun de ces mêlanges dans un creuſet fort, & qu'on puiſſe » fermer d'un couvercle; placez-les pendant quelques heures dans un four- » neau à vent, & donnez le feu le plus violent.

» Les mêlanges du numéro 5 ſont ſi aiſés à fondre, que ſouvent ils percent » les creuſets. Il eſt vrai que le ſpath fuſible eſt le plus facile à mettre en fu- ſion; & plus il en entre dans une compoſition, plus elle fond aiſément, tou- » jours néanmoins ſuivant certaines bornes.

§. IV.

Mettre en diſſolution deux Pierres qui ne ſe diſſolvent point, par le moyen d'une troiſieme eſpece de Terre.

» 1°, Meslez enſemble une partie de craie, trois parties d'argile, & une » partie de ſable.

» 2°, Mêlez une partie de craie, cinq parties d'argile, & une partie de ſable.

» 3°, Mêlez enſemble parties égales de craie, d'argile & de ſable.

» 4°, Mêlez enſemble une demi-partie de gypſe, ſix parties d'argile & deux » parties de ſable.

» 5°, Mêlez enſemble cinq parties de gypſe, ſix parties d'argile & deux » parties de ſable.

6°, Mêlez deux parties d'argile, une partie de gypſe, & une partie de » craie.

» 7°, Mêlez une partie de craie, quatre parties de ſpath fuſible, & une » demi-partie de ſable.

» 8°, Mêlez enſemble une partie d'argile, quatre parties de ſpath fuſible, » & une partie de ſable.

» 9°, Mêlez une partie de gypſe, une partie de ſpath fuſible, & une partie » de ſable ».

Lorſqu'on veut mettre en diſſolution, par le moyen d'une troiſieme, deux pierres qui ne ſe diſſolvent pas les unes les autres, il faut qu'elle ſoit de nature à pouvoir mettre une de ces deux pierres en diſſolution, ou même toutes les deux. On pourroit épargner bien des travaux, des charbons & des frais, ſi, lorſqu'on traite des mines aux fourneaux, on faiſoit attention aux diſſolvants ou fondants qui leur conviennent.

§. V.

Diſſolution des différentes Subſtances.

On PEUT à cet égard conſulter la table que *Gellert* a dreſſée. Suivant ſon obſervation, on trouvera à la table de chaque article, la ſubſtance qui a la propriété d'en diſſoudre d'autres, & enſuite les ſubſtances qu'elle met en diſſolution, ayant mis les dernieres celles qu'elle diſſout le plus facilement. Par ce moyen, il y a pluſieurs articles dans leſquels on verra ſur le champ l'ordre de la précipitation. Par exemple, dans le 14e article, le fer eſt de toutes les ſubſtances celles que le ſoufre diſſout par préférence, enſuite le cuivre, l'argent, le biſmuth, le régule d'antimoine, le mercure & le cobalt ; d'où l'on voit que ſi une des ſubſtances dont on vient de parler, eſt miſe avec du ſoufre, on pourra l'en dégager par le moyen du fer ; c'eſt ce qu'on appelle *Affinités*, *Rapports*. Dans l'exemple préſent, le ſoufre a plus d'affinité avec le fer qu'avec les autres ſubſtances dont nous venons de parler ; mais on voit encore que pour dégager le ſoufre du fer par la diſſolution, il faut avoir recours à quelque matiere qui ait plus d'affinité avec le ſoufre que le fer n'en a. C'eſt ce qui fait qu'à la table de *Gellert*, il faut joindre celle de *M. Geoffroy*, au moyen de laquelle on trouvera que le ſoufre a plus d'affinité avec le ſel alkali fixe, avec la chaux vive, qu'avec le fer : conſéquemment ces matieres ſont propres à lui faire abandonner le fer, & à s'en charger elles-mêmes. On en doit conclure que ces matieres ſont utilement

employées dans le traitement des mines sulphureuses. Ne pourroit-on pas même trouver des moyens pour appliquer ce remede au fer & aux fontes, comme nous le tenterons ?

OBSERVATION.

Nous avons cru qu'il étoit inutile d'entrer dans le détail des différentes manieres de voiturer & mesurer les mines. Suivant que le local le permet, on se sert d'animaux de trait ou de bêtes de somme. Ici la mesure est une tomberée : ailleurs c'est une queue divisée, comme le vin, en quatre feuillettes. La Planche II, figure 9, est une feuillette à mine : le bas de cette feuillette est à jour, afin de pouvoir l'enlever commodément quand elle est pleine. Nous ne parlerons pas non plus du poids de la mine ; comme il est relatif à l'espece, on le trouvera dans le détail de celles de France.

EXPLICATION
DES PLANCHES.

NOUS croyons devoir avertir, par rapport aux 3 & 4es Planches, que nous nous servons de celles que *M. de Réaumur* a fait graver conséquemment à des matieres auxquelles il n'a pas eu le temps de donner la forme. Il n'est pas étonnant que l'on n'ait pas suivi pied à pied l'ordre de ses Desseins, & qu'à la 4e Planche il y ait des figures de mines particulieres, dont nous ne parlerons que dans le détail que nous comptons en faire séparément.

PLANCHE I.

FIGURE I. Montagne ancienne avec des filons; *B B*, filons perpendiculaires ; *AAA*, filons obliques ; C, *D*, *E*, *F*, *G*, différents lits d'une montagne par couches.

Fig. 3, une seconde; *A*, la mêche; C, trou ménagé dans la sonde pour passer un morceau de fer ou de bois *B*, qui sert à tourner la sonde ; C, vis pour l'alonger suivant le besoin.

Fig. 4, Ouvrier qui fait un trou dans un banc de mine avec une pince, à dessein d'y placer de la poudre pour détacher des morceaux de mines ; *A B*, vers le haut de cette vignette, exprime cette pince plus en grand; le bout *B* est formé en pic ; le bout *A* est fermé par deux biseaux ; C, c'est une baguette de fer servant, lorsqu'on a mis au fond du trou de la Poudre, & qu'on l'a garni jusqu'à la superficie de chiffons de papier & de mousse, à faire au travers une ouverture pour y introduire une mêche lente, quand on y veut mettre le feu.

Fg. 5, *A*, puits ou minaret ; *B*, Ouvrier qui tire la mine d'une beine

E; C, treuil ſoutenu par deux pieces de bois fourchu, que deux autres Ouvriers font tourner avec chacun une manivelle; *D*, deux cordes ſervant à monter & deſcendre les beines alternativement, dont l'une file ſur le treuil, pendant que l'autre défile.

Fig. 6, *A*, tambour que fait tourner le cheval *B*; C, ſont deux groſſes cordes dont l'une file ſur le tambour pendant que l'autre défile; *E*, ouverture du puits où un Ouvrier enleve la mine de dedans une beine; *D*, beine; *F*, ſeau pour tirer l'eau.

Fig. 7; *A*, C, *R*, *B*, Y, différents bancs de matiere; *T*, bancs de mine; F, Ouvrier qui détache la mine; *E*, lampe; *G*, pics; *H*, coins; *I*, maſſe; *K*, Ouvrier qui emplit une beine; *L*, beine remplie ſur laquelle ſe met un Ouvrier pour remonter.

PLANCHE II.

Les Figures 1 & 2 repréſentent un patouillet ou moulin à laver les mines, vu de différents côtés; *H*, huche ou auge formée de pluſieurs chaſſis en bois, arrêtés par le bas par de fortes traverſes G G, & terminés dans le fond en plein ceintre; *I*, *I*, *I*, *I*, membrures ou plaques de fontes bien jointes attachées au chaſſis; *L*, (*fig.* 2) autre côté de la huche également garni de chaſſis & de membrures; *A A*, petit canal ou tuyau qui conduit à la huche l'eau du réſervoir; C C, ouvertures de ſix pouces en quarré pratiquées au bas de la huche, pour laiſſer couler la mine; *D*, (*fig.* 1), pelle de bois avec un manche qui ſe meut entre deux rainures pour fermer ou ouvrir dans le beſoin l'ouverture C; *M*, morceau de bois qui traverſe le petit canal pour contenir la pelle *D* fermée au lieu de rainure; *E* (*fig.* 2), autre ouverture ménagée au haut de la huche, un peu moins haute que l'ouverture *A*, afin qu'il puiſſe ſortir un peu moins d'eau qu'il n'en entre; *N*, (*Fig.* 1 & 2) arbre de la roue garni à ſes extrémités de tourillons *O O*, & qui porte ſur des empoiſes *P P*; *Q*, canal en bois; *R R R*, barreaux de fer coudés à deux branches qui traverſent l'arbre pour agiter en tournant la mine dans la huche & la laver; *S S*, lavoirs; *T T*, pelles; *V V*, autres lavoirs. Dans la figure 1, l'Ouvrier qui eſt ſur le devant de la vignette, nettoiea vec un rabot le devant de la pelle du lavoir, & l'Ouvrier qui eſt dans le fond emplit la huche de mine avec ſa pelle. Dans la figure 2, l'Ouvrier eſt occupé à dégorger la mine avec un rabot, lorſqu'étant nettoyée, elle ſort de la huche & deſcend dans le lavoir.

Fig. 3, *F* eſt une pelle; *G H V L*, eſt un rabot ou *Ruard*; c'eſt un morceau de fer de 13 à 14 pouces acéré à ſon extrémité G, recourbé en *H*; à la partie *V*, eſt un écrou pour recevoir le manche *L*.

Fig. 4 eſt un autre lavoir qui tire ſon eau directement du réſervoir; *A E*, ſont les coſtieres; *B*, eſt l'eau; *F*, le tuyau ou canal par où l'eau entre.

Fig. 5, panier d'oſier.

Fig. 6, arbre du patouillet avec des cuillers de fer, pour agiter la mine dans la huche.

Fig. 7, autre lavoir ſemblable à celui (*fig. 4*) dans lequel eſt un panier pour paſſer la mine.

Fig. 8, un crible dit *Egrappoir*; *B B*, membrure de 6 pieds de long ſur 8 pouces de haut; C C, traverſes qui les retiennent au moyen des tenons qui paſſent par les mortaiſes *D*; *E E*, trou ou mortaiſes à l'extrémité des traverſes pour retenir l'écartement des membrures, à l'aide de la clef ou clavette *F*; G G, rainures; *H H*, baguette de fer; *I*, lavoir ſur lequel eſt placé l'égrappoir en pente, de façon que le bas eſt au-delà de la coſtiere *L*; *M*, haut de l'égrappoir, contre lequel vient aboutir le courant d'eau ſous la trémie *O*; *P*, Ouvrier qui jette de la mine dans la trémie; *A* mine qui paſſe au travers de l'égrappoir. Des deux Ouvriers qui ſont ſur le devant de la vignette, l'un avec un rabot retire la mine de deſſous le crible; l'autre avec une pelle la met en tas à côté du lavoir.

Fig. 9 feuillette à mine dont le bas eſt à jour; *A*, dedans de la feuillette; *B B*, cercles de fer; C C, mains.

PLANCHE III. (après 2e Section)

Vignette.

FIGURE 1, Ouvrier occupé à détacher de la mine en terre ou terrage.

Fig. 2, autre qui emplit de mine un ſeau ou chaudron.

Fig. 3, autre qui tourne l'arbre *C*, & fait monter le vaiſſeau *E* plein de mine. En *D* ſont liées enſemble les trois pieces qui ſoutiennent l'arbre autour duquel la corde ſe roule & ſe déroule.

Fig. 4, Ouvrier qui conduit au lavoir la mine dont un mulet eſt chargé. Cette mine eſt dans une beſace.

Fig. 5 & 6, Ouvriers qui lavent la mine: *E*, eſt un canal qui conduit l'eau au lavoir; *F G*, tas de mine en terrage dans lequel l'Ouvrier 5 prend celle qu'il fait tomber dans le lavoir; *H*, autre tas de mine, mais nettoyée où l'Ouvrier 6 met celle qu'il retire du lavoir, *I*, *I*, *I*, planches qui ſoutiennent les bords du canal & du lavoir.

Fig. 7, Ouvrier qui porte à l'égrappoir la mine lavée; *K*, planche ſur laquelle eſt l'Egrappeur; *L*, chaudron percé dans lequel il crible la mine; *M*, bâton auquel ce chaudron eſt ſuſpendu; *N*, perche à laquelle ce bâton eſt attaché, (cette perche eſt trop haute, & par conſéquent le bâton trop long); *O*, tas de mine égrappée.

Bas de la Planche.

Figure 9, eſt une des planches qui ſoutiennent les bords du canal par où l'eau paſſe, ainſi que ceux du lavoir; *A*, *A*, ſont les piquets qui ſoutiennent cette planche. Le mieux eſt d'avoir un canal creuſé dans un morceau de bois. *C*, *B*, montrent la diſpoſition des piquets, entre leſquels la planche *A A* eſt maintenue.

Fig. 10, claie au travers de laquelle, en quelques endroits, on pâſſe la mine en terrage pour en ſéparer la terre.

Fig. 11, pelle de bois. Ces pelles ne ſont pas ſi commodes que celles de la Planche II, figure 3, avec leſquelles un Ouvrier n'eſt pas obligé de ſe baiſſer.

Fig. 12, eſpece de cuillere ou baquet à queue avec lequel, en quelques endroits on prend & on remue la mine dans l'eau.

Fig. 13, rable ou rabot avec lequel on agite la mine dans le lavoir.

Fig. 14, panier pour tranſporter la mine.

Fig. 15, chaudron percé dans lequel on égrappe ou crible la mine.

Fig. 16, tas de mine nétoyée.

Fig. 17, les principales parties du moulin à laver les mines, appellé *Patouillet.* Il y manque ſeulement la roue qui eſt portée par l'arbre *N* (*fig.* 18); la même roue peut verſer de l'eau dans l'auge *O*, lavoir dans lequel on acheve de laver à bras la mine qui l'a déja été dans l'auge.

Fig. 18, arbre pour le même patouillet, hériſſé de chevilles en 3, 3: c'eſt en deux qu'on place la roue.

Fig. 19, eſt la baſe du patouillet, auquel on a ôté & l'arbre & l'auge, autrement dite la huche; *Q*, *Q*, ſont les pieces qui portent la huche; *R*, *S*, pieces de l'auge vues ſéparément; *T*, trou par lequel on fait ſortir la mine, actuellement ouvert; *X*, le même trou bouché par une petite pelle *V*.

Fig. 20, l'arbre avec trois doubles équerres; on lui en a ôté une; *Z*, eſt une des équerres vue ſéparément.

PLANCHE IV.

Fig. 1, *A A*, morceau de mine du pays de Foix, tiré des minieres de *Gudannes*; la ſurface qui eſt ici en vue, eſt du plus beau noir, & a tout le brillant de l'émeri; *D*, *E*, *D*, *E*, marquent quelques-unes des parties plus élevées que le reſte, qui ont été formées à peu-près comme le ſont en hiver les glaçons qui pendent des toîts, par l'eau qui dégouttoit le long de la maſſe, & qui, en chemin faiſant, dépoſoit de la matiere minérale dont elle étoit chargée; *B*, *B*, G G ſont des filets de la matiere brillante & noire; ils pénétrent juſques dans l'intérieur du morceau; en *H*, la matiere eſt ſemblable à celle de diverſes autres mines de fer.

Fig. 2.

Fig. 2, *I K L*, autre morceau de mine tiré de la même miniere que le précédent. La surface supérieure est aussi couverte d'une matiere crystalline noirâtre, mais un peu moins brillante que celle de l'autre morceau. Les inégalités qui sont sur la surface, dont *K*, *K*, en marquent quelques-unes, sont semblables à celles qu'on voit dans le fond des grottes, de la voûte desquelles tombe une liqueur chargée d'un suc pierreux. La liqueur métallique, qui dégouttoit le long d'un morceau *A A*, ou d'un pareil, tomboit sur celui-ci en *L L*. *I I*, la substance de la mine paroît semblable à beaucoup d'autres mines.

Fig. 3, *M*, mine spongieuse de couleur rougeâtre. Celle sur laquelle ce morceau a été dessiné, vient de Guinée : elle faisoit partie d'un fort gros morceau.

Fig. 4, *N*, autre espece de mine spongieuse d'auprès de Bayonne. Les cavités sont remplies de filets déliés qui imitent assez bien ceux d'un bois pourri ; ils en ont même la couleur. La mine est noirâtre.

Fig. 5, *O O*, mine plate & composée par feuilles, mais de couleur rougeâtre. On en trouve de cette espece dans le Maine.

Fig. 6, *P*, mine qui semble talqueuse, & qui est très-blanche, ses feuillets sont arrangés avec quelque ordre. On en trouve de pareille à Alvar en Dauphiné.

Fig. 7, *Q*, autre mine talqueuse, de différentes couleurs.

Fig. 8, *R*, morceau de mine d'Alvar, dont les feuillets sont moins marqués.

Fig. 9, *S S*, morceau de mine, formé de plusieurs grains réunis.

Fig. 10, *T*, est un grain de mine ronde, qui a été cassé pour faire voir qu'il étoit composé par couches.

Fig. 11, *V*, coupe d'un autre grain de mine ronde lorsqu'il étoit entier, qui est plus singulier. On voit la coupe de six grains qui étoient dans celui-ci.

Fig. 12, *XYY*, mine qu'on appelle en Limousin, *Mine en coquilles*. Les morceaux sont plats & creux au milieu ; *YY* marque l'ouverture de la cavité de ce moroeau.

Fig. 13, *Z Z*, $Z^1 Z^1$, faisoient ensemble un seul morceau de mine, que l'on pouvoit regarder comme une *aëtites* ; il étoit rempli entierement d'une terre fine ;on l'a laissée dans le morceau Z^1 ; il paroît plein, mais le morceau *Z Z* est vuide. Il est représenté sans la terre qu'il renfermoit.

Fig. 14, *a*, *b b*, vûe en perspective d'un four à cuire la mine, en usage en Dauphiné : *a*, en est la porte, *b b* le dessus.

Fig. 15, *e e*, le plan du même four.

Fig. 16, *c* en est la coupe ; *d*, profil de la porte.

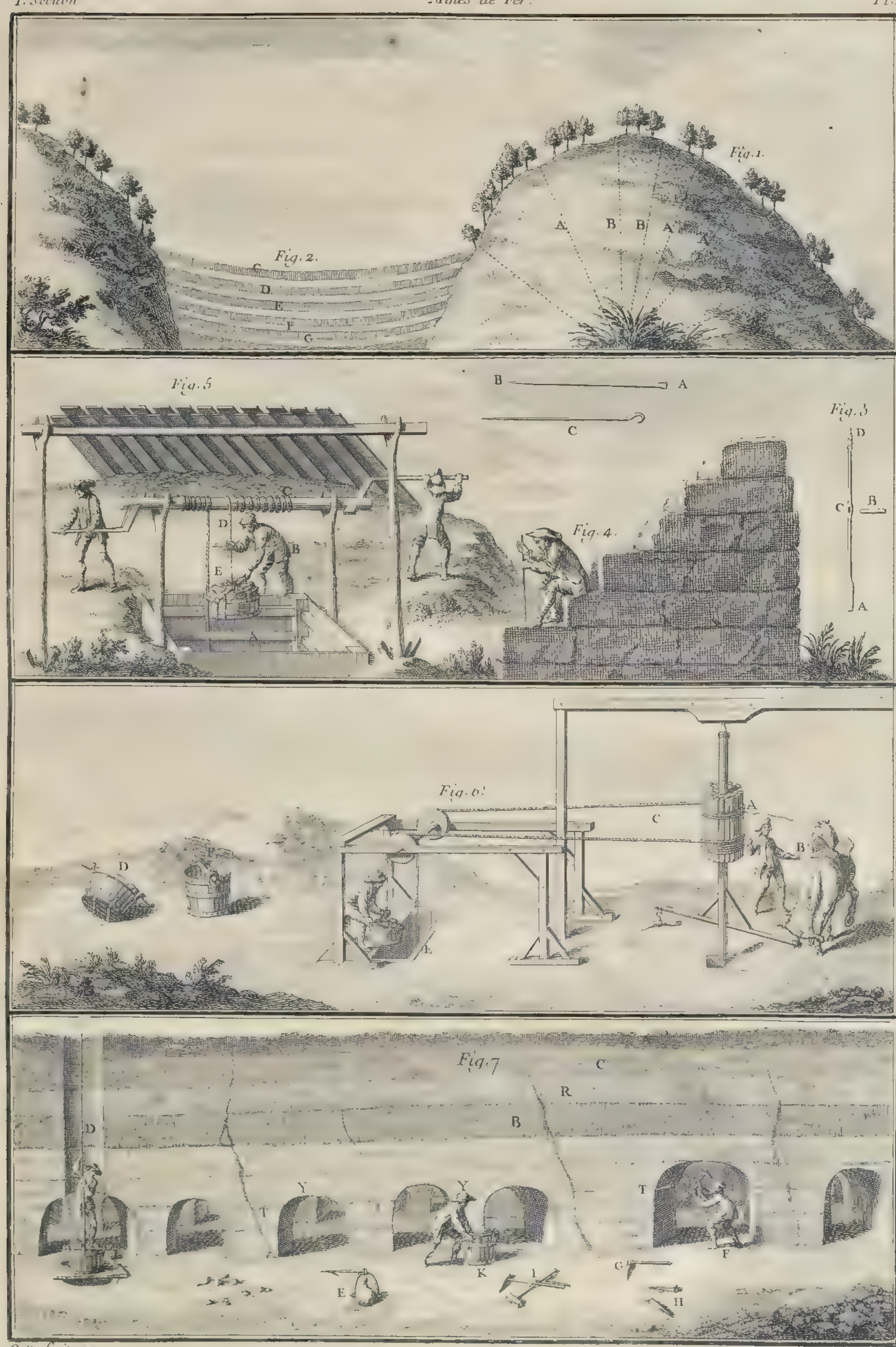
Fig. 17, *f*, plan d'un autre four à griller la mine, en usage dans le pays de Foix, & pays voisins.

Fig. 18, *g*, la coupe de ce four, où l'on voit l'arrangement du bois où du charbon & de la mine, mis lit ſur lit; *h*, lit de charbon; *i*, lit composé de la plus groſſe mine; *k*, lit de charbon & de bois.

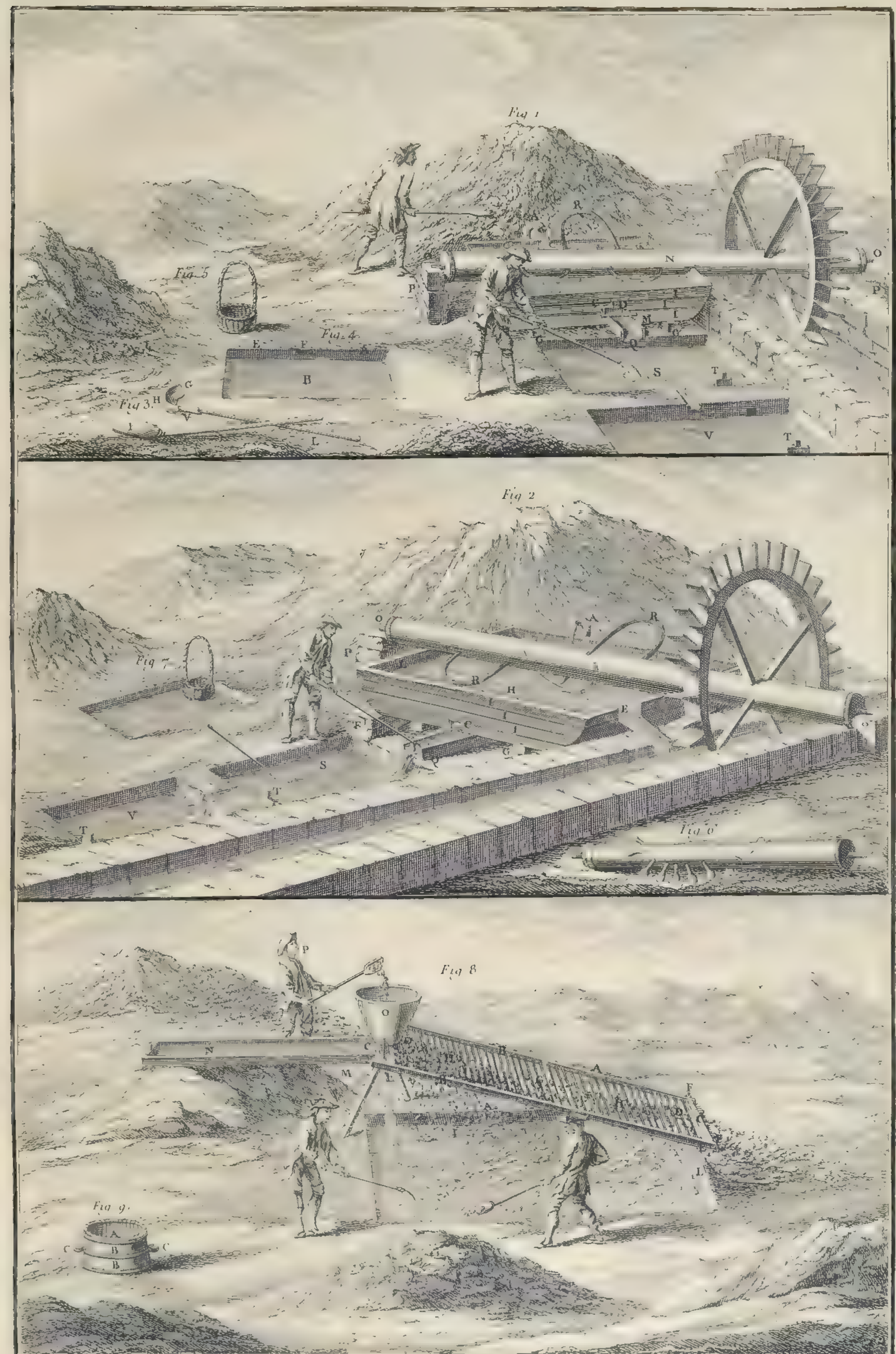
Fig. &c, Mine en grains.

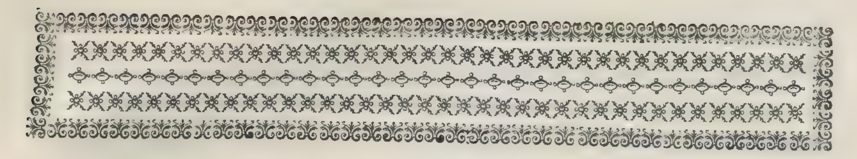
FIN DE LA PREMIERE SECTION.




Fig. 1.
A
B
B
A
A
Fig. 2.
C
D
E
F
G
Fig. 5
B
A
C
Fig. 3
D
C
B
A
D
E
B
Fig. 4.
Fig. 6.
A
C
B
D
Fig. 7
C
R
B
D
Y
T
Y
T
G
F
K
E
I
H

Patte fecit


Fig 1
Fig 5
Fig 4
Fig 3
Fig 2
Fig 7
Fig 6
Fig 8
Fig 9



ART DES FORGES
ET
FOURNEAUX A FER,

Par M. le Marquis DE COURTIVRON;

Et par M. BOUCHU, *Correspondant de l'Académie Royale des Sciences.*

SECONDE SECTION.

Du Feu appliqué au travail du Fer.

LE FEU sera toujours pour nous un objet d'admiration, de crainte & de spéculations. Emblême de la Divinité; admirable dans la lumiere; bienfaisant dans le développement des substances; terrible dans les embrasements, dans les tonnerres, les volcans, les exhalaisons souterreines & l'électricité; sensible & impénétrable dans mille effets; pere & destructeur; est-il surprenant que dans l'Antiquité, la crainte plus que la reconnoissance, lui ait élevé des autels? Devons-nous nous étonner que quelques Physiciens l'ayent pris pour un esprit, plutôt que pour un corps; ou que d'autres frappés de ce que le feu n'a pas de tendance de haut en bas, en ayent fait une classe d'être mitoyen entre l'esprit & la matiere? Et cela parce qu'ils ont confondu l'élément du feu mis en action, avec le même élément tranquille & enchaîné dans les matieres combustibles. L'expérience nous a montré que le feu est une substance matérielle; & quoique nous ne puissions former que des conjectures sur la nature de cette substance; quoiqu'elle produise une infinité d'effets que nous ne pouvons expliquer, nous n'en sommes pas moins convaincus que cette substance a toutes les propriétés de la matiere, l'étendue, la solidité, la mobilité, la pesanteur, comme on le peut voir dans *Boyle*, *Musschenbroek*, & *Boerhaave*. Son étendue est démontrée par l'augmentation des corps dans lesquels le feu entre sensiblement, & dont le volume diminue quand il en est sorti. Sa solidité se manifeste par celle-même de certains corps, qu'il pénetre, & qui en deviennent plus durs. Sa mobilité

ſe manifeſte par l'état de diviſion où il tient les parties de quelques corps qui ne reprennent leur état que par ſon abſence. Enfin ſa peſanteur ſe prouve par l'augmentation du poids dans les corps, où l'on peut parvenir à le fixer.

On s'accorde aſſez à diſtinguer le feu, en *feu élémentaire* & en *phlogiſtique*. Par le premier on peut entendre cet élément ſimple, pur, compoſé de particules ſeches, ſubtiles, impénétrables & répandues par-tout. Le nom de l'autre indique que c'eſt l'aliment du feu, d'où nous croyons devoir inférer que le phlogiſtique n'eſt autre choſe que des parties élémentaires du feu, contenues & enveloppées dans des ſubſtances qui les recelent par un méchaniſme au-deſſus de nos lumieres.

L'expérience nous a appris que la qualité caractériſtique du feu étoit de donner de la chaleur, & celle de la chaleur de raréfier les corps. Il n'y a point de chaleur ſans mouvement; mais le feu eſt-il une matiere particuliere, ou n'eſt-ce que la matiere des corps miſe en mouvement? Sur cette queſtion les Philoſophes ſont partagés. Lorſque nous excitons du mouvement dans l'air, par exemple, on conçoit que nous écartons les parties groſſieres de l'air interpoſées entre les particules élémentaires du feu, dont elles empêchoient le rapprochement; & l'on conçoit auſſi que ces dernieres, comme plus fluides, ſe ramaſſent & ſe meuvent dans l'eſpace que nous leur avons dégagé, & où la chaleur ſera d'autant plus grande qu'il y en aura une plus grande quantité de raſſemblée; que l'eſpace qu'elles occuperont, ſera plus dégagé des corps étrangers; que ces particules ignées recevront des corps environnants une preſſion plus forte, & un mouvement qui occaſionnera des frottements plus vifs & plus redoublés, effet du mouvement décrit ſuivant certaines circonſtances: à quoi nous devons ajouter que, s'il y avoit un moyen de retenir ces particules élementaires du feu dans une égale quantité & un mouvement égal, on auroit toujours un égal degré de chaleur.

Ce moyen de ſe procurer de la chaleur, n'étant pour nous, en quelque façon, que momentané, lorſque nous voulons ſoutenir un tel degré de feu, nous ſommes obligés de recourir à des ſubſtances qui, dilatées & entamées par un premier feu, nous rendent, par le déchirement de leurs enveloppes & le dépériſſement de leurs ſubſtances, les particules de feu qu'elles retenoient cachées dans leur intérieur. On perpétuera le degré de feu, pourvu que l'on continue d'employer un aliment convenable, qu'on entretienne le même mouvement, & que la diſſipation ne ſoit pas plus conſidérable en un temps qu'en un autre; ou bien pourvu qu'on remédie juſqu'à un certain point, & les unes par les autres, au dérangement de ces conditions; c'eſt-à-dire, que dans le beſoin on employe ou plus d'aliment, ou un aliment plus fort, ſi la diſſipation eſt trop conſidérable; ou des corps

environnants plus compacts, pour mieux retenir la chaleur; ou une forme plus convenable dans ces corps environnants, pour mieux profiter de la chaleur réunie. C'eſt dans cette combinaiſon, que conſiſte l'Art du feu; & c'eſt au feu ainſi alimenté, que *Stalh* a donné le nom grec φλογιστον, qui ſignifie combuſtible, inflammable, & que l'on a traduit en François par celui de phlogiſtique.

Quelques-uns l'ayant regardé comme un feu terreſtre & groſſier, en comparaiſon du feu élémentaire, lui ont donné les noms de *ſoufre*, *principe ſulfureux*, *ſoufre principe*, *principe huileux*, *principe inflammable*, *terre inflammable & colorante.*

Quoique l'élément du feu ſoit univerſellement répandu, & qu'il n'y ait aucune ſubſtance qui n'en contienne plus ou moins, il ne faut pas pour cela, penſer que toutes les matieres ſoient également capables de ſervir d'aliment au feu. La claſſe des inflammables doit être reſtrainte à celles connues ſous le nom de combuſtibles, dont il y a bien des eſpeces dans les trois regnes de la Nature, & que l'on peut employer ſuivant les opérations qu'on ſe propoſe. Il faut nous ſouvenir, qu'outre cette nourriture, pour ainſi dire, terreſtre, dont le feu a beſoin, il eſt néceſſaire qu'il ait le contact libre de l'air; que les parties groſſieres de l'aliment qu'on lui donne, comme les fumées, s'en éloignent, ce qui revient à priver cet aliment de ſon humidité, enfin qu'il ſoit retenu dans un foyer qui ne donne qu'une évaporation convenable, & qui d'ailleurs ait la forme la plus capable d'appliquer le feu, & de le faire agir ſur les matieres qui lui ſont expoſées. Toutes ces conditions ſont au fond les mêmes que celles dont nous avons déja fait mention.

Comme nous ne nous propoſons de traiter l'Art du Feu que relativement au travail du fer, nous avons paſſé une multitude d'effets qui ont mérité l'attention & l'examen des Philoſophes, & qu'on peut voir dans leurs Ouvrages.

Puiſque les effets du feu ſont dûs à ſa propriété de raréfier, nous devons faire tous nos efforts pour nous former une idée préciſe de la raréfaction. Nous remarquerons en paſſant, que la fluidité des liquides, ou des ſubſtances que nous connoiſſons ſous cette dénomination, ne leur eſt point eſſentiellement attachée; elles ne la doivent qu'à la quantité des molécules de feu qui les pénetrent; ce qui nous prouve qu'il n'y a aucun corps qui ne puiſſe être rendu fluide, & qu'à cet égard toutes les ſubſtances ne different entre elles que par le plus ou le moins de feu qu'elles exigent pour ſe mettre en fuſion, & conſerver cet état de fluidité.

Raréfier un corps, c'eſt augmenter ſon volume. Tout corps chauffé eſt raréfié, c'eſt-à-dire, qu'il a augmenté de volume juſqu'à un certain point, & proportionnellement à la quantité de chaleur qu'il a reçue. On peut

voir l'étendue de la raréfaction des métaux dans les Essais de *Musschenbroek*. Un corps raréfié, en se refroidissant, diminue de grosseur & de grandeur, & reprend son premier volume. Prenez un anneau & une baguette de fer, l'un & l'autre disposés de façon que la baguette entre exactement dans l'anneau. Si l'on fait chauffer un des bouts de la baguette, ce bout chauffé n'entrera plus dans l'anneau ; mais il y rentrera d'abord que la baguette sera refroidie.

Ne pourroit-on pas dire que cette augmentation de volume a été produite par les particules du feu, qui sont entrées dans le bout de la baguette chauffée, & qui en sont sorties ensuite ? N'est-il pas aisé de concevoir que, si par quelque moyen on avoit pu retenir cette matiere fluide, dans le bout de la baguette qu'elle avoit pénétrée, il s'en seroit suivi, malgré son refroidissement, l'augmentation permanente de son volume. Ceux qui veulent fabriquer de l'acier par la voie de la cémentation, pour retenir les particules du feu qu'ils ont introduites dans le morceau de fer à convertir en acier, n'ont d'autre expédient que le prompt refroidissement, mieux connu sous le nom de *trempe*, qui durcissant & resserrant les parties extérieures, empêche le feu qui occupe encore les parties intérieures, d'en sortir ; mais aussi lorsqu'on fait chauffer de l'acier de cette espece, ou pour mieux faire entendre ce que nous voulons dire, lorsqu'on présente au feu cette croute durcie, elle se dilate & se raréfie : pour lors les particules de feu qui avoient d'abord été retenues dans l'intérieur, en sortent comme elles y étoient entrées ; & tel Ouvrier qui a cru faire un outil d'acier, n'a réellement fait & dû faire qu'un outil revenu à son premier état de fer. Ce détail convenable d'ailleurs à notre sujet, nous dispose à comprendre que, pour préparer de l'acier plus durable, il faut joindre au durcissement, ou plutôt, avant le durcissement, il faut faire quelques opérations capables d'arrêter le phlogistique d'une maniere plus fixe & plus permanente.

Si après avoir considéré ce premier degré de raréfaction, nous augmentons le feu, le résultat doit être que la raréfaction sera plus grande, c'est-à-dire, que le fer recevant une plus grande quantité de matiere ignée, doit augmenter de volume plus que la premiere fois ; mais si on pousse toujours le feu, n'arrivera-t-il pas un point où les particules du feu seront si fort dilatées qu'elles n'auront plus de cohésion ? Alors il doit leur arriver ce qui arrive à différentes parties de matieres jettées dans un liquide : elles doivent se précipiter. Mais se précipitant dans un fluide, ces parties de matiere plus grossiere doivent occuper des espaces différents, & s'y mouvoir relativement à leur masse. Le fer en cet état de division, est ce qu'on appelle *en fusion*. Comme c'est une substance composée d'autres substances d'inégale pesanteur, & devenues fluides par l'action d'un autre fluide, il ne faut pas être étonné de voir que la matiere fondue forme des

couches

couches distinctes. L'une plus pesante occupe le fond du vaisseau, dans lequel se fait la fusion : c'est la partie métallique. L'autre plus légere, & qui surnage la premiere, est ce qu'on appelle les *Scories*. Cette séparation relative à la gravité & à l'action du feu, est un effet trop journalier pour nous y arrêter davantage.

Pendant que ces scories surnagent, si l'on continue de pousser le feu, la matiere du fond sera moins fluide. Cet effet singulier dans le cas où il y auroit excès, tient de trop près à notre travail, pour ne pas chercher à l'éclaircir. Ne pouvons-nous pas dire que le fer, en cet état, se trouve, en quelque façon, réduit à ces parties élémentaires par sa trop grande division, & par la sublimation des matieres qui contribuoient à sa liaison ? N'est-il pas croyable que le feu ne peut plus avoir d'action sur ce fer trop divisé, parce qu'il n'oppose plus de résistance. Les parties du feu plus actives que celles du fer & plus légeres, doivent surnager, & faire tous leurs efforts contre cette espece de couverture fluide, mais un peu ténace, que les scories ont formée, & qui, par leur contiguité, empêchent la dissipation des particules métalliques, si fort atténuées que, pour se volatiliser & s'évaporer, elles n'attendent qu'un courant de feu qui soit libre ([a]).

Si l'on prend la matiere du fer en cet état, on ne peut en faire une masse compacte & solide : refroidi, il est cassant, parce qu'il n'a point de liaison ; & on ne peut lui donner du corps qu'en lui rendant la partie terrestre nécessaire à sa liaison, le tout néanmoins jusqu'à un certain degré ; car comme il ne faut point une trop grande abondance de ces parties terrestres, il ne faut pas non plus d'excès dans les particules de feu qui y seront unies. C'est ce qu'il est aisé de prouver par l'acier qui, lorsqu'il en est trop pénétré, quand il a été refroidi trop subitement, tombe en poussiere au fond de l'eau. D'après ces éclaircissements, je crois pouvoir rappeller ici que *le fer est un métal composé de son élément particulier, de sels & de phlogistique combinés & retenus dans une juste proportion par une base vitrifiée.*

Pendant que le fer est en fusion, comme nous venons de le dire, si l'on enleve totalement les scories, & qu'il n'y ait plus que quelques particules du fer, qui en soient pénétrées, il pétillera jusqu'à un certain degré de refroidissement. Si dans cet état on fait frapper sa superficie nue par une flamme vive, cette superficie se convertira en une poudre d'autant plus légere & rouge que le feu sera plus fort & continué plus long-temps ; ce qui nous montre que, pour obtenir du fer, il faut que sa mine, lorsqu'on veut la fondre, soit mêlée à travers les charbons, & qu'elle ne soit pas ainsi frappée par une flamme qui détruit au lieu de combiner. Qu'est-ce que cette poudre que l'on a nommée *Safran de Mars* ? C'est du fer privé de sa liaison par l'action du feu mal dirigée, qui lui enleve le phlogistique. La raison est que la flamme ne faisant que frapper vivement la superficie par une espece de courant, elle

([a]) Voyez *Cramer*, tom. 1, p. 178.

atténue & divise, au lieu de pénétrer & de se combiner; conditions nécessaires pour obtenir du fer. Nous pouvons donc en conclure qu'il ne suffit pas d'avoir les matieres nécessaires pour faire du fer, mais qu'il y a beaucoup d'art à les combiner, à les diriger, à les faire travailler par le feu; par conséquent, il est de la derniere importance, après avoir connu & disposé les mines à la fusion, d'employer les moyens propres à produire un très-grand degré de feu, ainsi que l'art de l'appliquer utilement & convenablement sur le fer qui, de tous les métaux, est le plus difficile à fondre. Ces moyens se réduisent à quatre:

1°, A la qualité de l'aliment du feu. Comme jusqu'à présent, malgré les tentatives qui ont été faites, nous n'avons pu réussir à employer utilement que des charbons de bois, il est essentiel d'examiner scrupuleusement cette partie.

2°, Au courant d'air employé pour exciter le feu & l'animer.

3°, A la quantité de l'aliment.

4°, Enfin à la maniere de placer les substances à traiter, dans un lieu tellement disposé qu'on puisse y diriger la chaleur du corps brûlant, sans la laisser dissiper par une communication trop libre avec l'atmosphere. La machine employée à cet effet, est connue sous le nom de *Fourneau*.

Nous allons entrer dans le détail des trois premiers moyens: le quatrieme sera la matiere de la Section suivante. La premiere partie de celle-ci traitera des bois & de la maniere d'en faire du charbon; la seconde, de la maniere de donner un courant d'air aux foyers destinés à fondre la mine du fer; dans la troisieme, nous examinerons la quantité de l'aliment du feu, c'est-à-dire, du charbon nécessaire à la fusion de la mine.

PREMIERE PARTIE.

Des Bois, & de la maniere de les convertir en charbons.

VOICI une des parties des plus essentielles des Manufactures du fer. Le détail des fourneaux & des forges fera voir l'immensité de la consommation de charbon.

La premiere chose est de sçavoir ce que nous devons entendre par charbon. Le charbon de bois est un corps noir, friable, assez léger, provenu de la combustion du bois, ménagée de façon que ses progrès ne puissent pas s'étendre jusqu'à la destruction du bois une fois allumé. Des sçavants ont dit qu'en général le charbon est formé par la combinaison d'une terre & du principe inflammable, ou du feu. Le composé qui résulte de cette union, est mêlé dans la plûpart des charbons avec des parties salines, soit alkalines, soit neutres, qu'il enveloppe, ou qu'il masque d'une façon singuliere.

Ne pourrions-nous pas dire que le bois est un composé de terre, de sels, d'eau & de phlogistique, le tout combiné sous la forme & sous la texture

qui font la diftinction des différentes efpeces de bois ? Qu'eft-ce que le charbon ? c'eft la terre, le fel, le phlogiftique qui étoient dans un tel bois, réduits par le feu, ou pour mieux dire, par l'évaporation, en une fubftance très-privée deau, fubftance connue fous le nom de *Charbon ;* ou bien c'eft une éponge privée d'humidité & remplie de phlogiftique, ainfi que d'une partie de fel. De cette définition, tirons les conféquences fuivantes.

1°, Que le phlogiftique d'un tel charbon, toutes chofes d'ailleurs dans l'ordre, fera toujours dans une raifon exacte avec le phlogiftique du bois qui l'a fourni.

2°, Qu'on ne connoît d'agent propre à donner ce réfultat, que le feu lui-même qui fait évaporer la plus grande portion de l'humidité, & les parties qui donnoient de la fermeté & de la folidité au bois, fuppofé qu'elles foient différentes.

3°, On a l'expérience, qu'en mettant fur un foyer allumé, du bois imprégné d'eau, il s'éleve une grande fumée qu'il eft poffible d'allumer d'autant plus aifément, que la fumée fera plus preffée de fortir en grande abondance, & de paffer par une ouverture plus étroite : d'où l'on conclud que l'humidité chaffée promptement du bois verd, entraîne avec elle une portion confidérable du phlogiftique que l'on peut allumer fuivant quelques procédés.

4°, On a encore l'expérience que le bois enflammé, laiffé à l'air libre, fe confume & fe détruit entiérement : donc pour avoir du charbon avec un tas de bois deftiné à cet ufage, il faut lui ôter, autant que cela eft poffible, le contact de l'air, fans cependant que le feu puiffe s'éteindre, faute d'être animé.

5°, Concevons que tout ce qui tend à la deftruction du bois, tend auffi à la deftruction du phlogiftique qu'il contenoit. Un bois pourri, un bois paffé, un bois trop vieux, laiffés trop long-temps à l'air, font autant de degrés qui annoncent le plus ou le moins de phlogiftique.

6°, On fçait enfin que dans un même arbre, toutes les parties qui le compofent, le cœur, l'aubier, l'écorce, le bas, le haut, les branches groffes ou menues, ont des degrés différents de pefanteur. D'ailleurs, les mêmes efpeces de bois à âges égaux, font dans le même cas, & le tout encore relativement aux différents terreins, ainfi qu'aux différentes expofitions.

Difons encore que le bois vif, dur & pefant, donne le charbon le plus vif, ou le plus rempli de phlogiftique, & fe connoît à fa pefanteur. Les autres charbons font toujours en raifon de la pefanteur du bois dont ils font formés. Il eft donc extrêmement effentiel de connoître les divers poids des différents bois ; & comme on eft obligé de recourir à l'action du feu, pour leur converfion en charbon, il faut être inftruit de la maniere de ménager & conduire ce feu d'une façon utile & convenable ; ce qui dépend de deux chofes ; parce que fans air on ne peut obtenir de feu, & avec un trop fort courant d'air, on ne

peut avoir du charbon. D'ailleurs les parties humides du bois preſſées de ſortir trop promptement, entraînent avec elles une quantité de phlogiſtique. Il faut donc chercher des moyens doux & lents, de le débarraſſer de ces parties humides, en le conſervant le plus qu'il eſt poſſible. Il en eſt un facile; c'eſt de laiſſer le bois à l'air libre: mais d'un autre côté, l'air ſeul étant capable à la longue de détruire le bois, il y a un point qu'il faut ſaiſir pour le convertir en charbons.

Mais ſur tous ces objets, il faut conſulter l'Art du Charbonnier qui ne laiſſe rien à déſirer.

Nous ajouterons ſeulement pour l'objet particulier des Manufactures de fer, par quelles raiſons, 1o, les charbons venus de différents bois, abſtraction faite de la quantité de phlogiſtique, ne ſont pas tous le même effet dans les foyers à fondre la mine ou dans ceux à affiner le fer; 2o, d'où vient la même choſe ſe remarque dans des charbons provenus de la même eſpece de bois, mais qui ſera crû dans différents terreins.

Si l'on avoit des raiſons pour croire que la terre qui entre dans la compoſition du bois, eſt la même pour tous les bois, on ne découvriroit pas pourquoi les charbons peuvent communiquer au fer différentes qualités, bonnes ou mauvaiſes. Nous ſommes toujours bien embarraſſés, lorſqu'il faut parler de la combinaiſon myſtérieuſe qui fait croître un végétal auſſi facilement qu'elle donne une forme conſtante, de l'action & du mouvement à un animal. Mais ne pourroit-on pas haſarder pour réponſe à la premiere queſtion, qu'il y a des bois qui, par leur nature, leur diſpoſition, leur ſtructure, tirent de la terre différentes ſubſtances, par exemple, de l'huile d'une telle eſpece, de la réſine, &c, ainſi que différents ſels, qu'après l'incinération, nous ne connoiſſons que pour des alkalis ou des ſels neutres; tandis que d'autres bois qui ne ſont pas de la même eſpece, n'ont pas de diſpoſition par leur texture à pomper les mêmes huiles, les mêmes ſels? Ou bien peut-on avancer que les différentes ſubſtances qui conſtituent l'eſſence des différents bois, cachent & enveloppent diverſement le phlogiſtique qui, au fond eſt toujours le même dans toutes les eſpeces, mais qui s'inſinue dans les corps qui lui ſont expoſés, avec ces enveloppes différentes? Ces deux poſſibilités expliquent la diſtinction que nous éprouvons parmi les charbons qui ſont tantôt aigres, tantôt doux, &c.

Quant à la ſeconde queſtion, la réponſe qu'on y pourroit faire, ſeroit que la terre qui entre dans la ſtructure des bois de même eſpece, doit être de la même qualité que celle de la terre qui les a nourris. Or, nous avons des terres de différentes eſpeces, mêlées & combinées de cent façons différentes; par conſéquent le même bois crû dans deux terreins différents, peut être chargé d'une terre toute différente l'une de l'autre. Donc il n'eſt pas étonnant qu'il ne produiſe pas toujours le même effet. Cela me paroît d'autant

d'autant plus probable que les parties terrestres, soit de la mine, soit du charbon, fondant avec la partie métallique, elles lui communiquent leur qualité. En effet, ayez à traiter une mine de fer dont la base qui retient l'élément du fer, soit une terre vitrifiable, & pour cela ayez un charbon nourri dans une terre aussi vitrifiable; cette portion de terre du charbon n'en rendra la mine que plus difficile à fondre, puisqu'il faudra lui donner un fondant calcaire, dans la proportion des parties terrestres de la mine & du charbon; au lieu que si vous aviez eu à traiter la même mine avec un charbon à base calcaire, ce charbon auroit porté avec lui le fondant, & la fusion de la mine auroit été plus facile.

Il ne faut pas dire que les sels des cendres étant tous des alkalis, ils doivent servir de fondants. Cette proposition devient très-équivoque, & pour mieux nous entendre, il faut distinguer les temps. Nous conviendrons que dans les cendres tous les sels sont alkalis ou neutres; mais on a lieu de croire qu'ils ne sont pas de même dans le charbon (a). Les sels dans les charbons ne sont pas destructibles, ni ne peuvent en être tirés que par l'incinération du charbon même; au lieu que dans les cendres, la moindre humidité les dissout; & nous avons vu qu'il falloit que la mine du fer, pour fondre, ait le contact du charbon. La partie mystérieuse du charbon, son incorruptibilité par tout autre agent que le feu, est un phénomene singulier. Puisqu'en général les acides agissent sur le sel alkali, comment les acides que l'air charrie en grande abondance, n'agissent-ils pas sur le sel alkali enfermé sur le charbon mis en poudre, pendant qu'une simple vapeur humide agit sur celui qui est dans les cendres? Il faut conclure que le sel du charbon ne s'alkalise que par le brûlement, & que nous connoissons peu la nature du mixte qui est dans le charbon. C'est cette différence dans les parties terrestres & salines des charbons, qui fait que ceux qui proviennent de différents bois, ou du même bois crû en différents terreins, ne sont pas également propres à toutes sortes d'usages. Dans les manufactures du fer, employez les charbons les plus vifs au fourneau, & mêlangez-les à la forge, sur-tout ceux qui viennent de terreins inégaux en bonté, afin que leurs cendres se servent réciproquement de fondants.

D'après ces premieres notions, il faut encore considérer les bois, eu égard à leurs différentes especes. Comme il n'est ici question que de leur produit en charbon; distinguons-les en bois pesants, bois moyens & bois légers; & remarquons encore que la même espece de bois, suivant le local, participe à ces trois degrés: le Chêne, par exemple, dans un bon fonds où il croît promptement, est bois dur; sur le sommet d'une montagne, à fonds calcaire, il est bois moyen; & exposé au midi, sur un côteau, il est bois tendre. Indépendamment des degrés différents de bonté qui se rencontrent nécessairement

(a) Voyez *Gellert*, tom. 1, p. 169.

dans la même eſpece, il y en a de très-conſidérables encore entre une eſpece de bois & une autre, entre un Chêne & un Hêtre, un Hêtre & un Tilleul, &c. Il y a auſſi des eſpeces qui demandent un certain fond, une certaine humidité, & qui ne viennent jamais que lorſqu'ils trouvent dans le ſol certaines modifications qui leur ſont néceſſaires. Nous jetterons encore un coup d'œil ſur les cauſes qui préjudicient à la quantité ou à la qualité du charbon.

Ces cauſes ſont, tout ce qui s'oppoſe à la cuiſſon, ou tout ce qui occaſionne le brûlement du bois. Les unes viennent du local, les autres ou du travail ou des choſes extérieures.

Celles du local, ſont la nature du ſol qui forme l'air; le terrein plus ou moins compact, ſolide, en pente, garni de racines, d'eſtocs, de pierres, de crevaſſes, expoſé à l'humidité.

Celles du travail viennent de l'inégalité de longueur des morceaux de bois; du mêlange indiſcret des tendres avec les durs; de leur arrangement mal-entendu, trop ou pas aſſez couchés, ſerrés, penchant ſur les côtés. Le gros bois occupant un côté ou l'extérieur; le menu, un autre côté ou le cœur; du bois verd d'une part, du ſec de l'autre; des débris de bois dépériſſants avec du bois vif; des bois longs avec des courts; trop de terre ou pas aſſez; le manque de feuilles ou d'herbes, qui laiſſant entrer la terre ou les frazins dans l'intérieur des fourneaux, peut y occaſionner un grand dérangement.

A cette occaſion, nous dirons que nous avons vû des fourneaux qui, ayant été feuillés avec peu d'attention, avoient été couverts d'une épaiſſeur très-conſidérable de terre minérale, provenant de mine de fer, qu'on avoit tirée dans le bois même: à la longue cette terre entra dans le bois, de façon que quand le Charbonnier, qu'on diſoit habile, voulut mettre ſes fourneaux en feu, le bois étant découvert par-tout, il prit le parti de mettre de nouvelle terre & du frazin. Le feu d'abord eut bien de la peine à prendre; mais enfin ayant commencé à travailler, on ne voyoit qu'évents & ſoufflûres de toutes parts: on entendit un bruit continuel, & les premiers fourneaux tournerent au grand dommage du Maître & au déſeſpoir du Charbonnier, qui, étonné & fatigué d'un travail continuel & inutile, perſuadé d'ailleurs que ſes fourneaux étoient maléficiés, abandonna le tout à la voracité du feu.

Les choſes étoient dans ce fâcheux état, lorſque nous fûmes invités de les aller voir. La terre qui avoit ſervi de chemiſe à ces fourneaux, étoit noirâtre, bourſoufflée, un peu coagulée, ſonore, reſſemblante à des ſcories très-mauvaiſes: d'où il étoit aiſé de conclure que cette terre qui étoit ferrugineuſe, avoit eſſuyé un très-grand degré de chaleur, parce qu'elle étoit entrée dans l'intérieur du fourneau, & parce que ſon épaiſſeur trop conſidérable, & ſa ténacité avoient concentré le feu; ce qui avoit occaſionné les bruits & les évents

continuels. Cela combiné avec le feu qui avoit été abandonné à lui-même, on ne dut pas être étonné de trouver un commencement de fusion : on espéroit même trouver une réduction dans le cœur du fourneau, attendu que cette terre ferrugineuse avoit eu le contact immédiat du phlogistique, & que des parties de terre végétales, dont elle étoit mêlée, avoient pu lui servir de fondant.

On pensoit qu'il falloit débâtir les fourneaux, nettoyer les places & les redresser, feuiller & couvrir de nouveau frazin; mais comme on étoit dans une saison peu convenable, au milieu de l'hiver, & que le Maître de forge avoit compté sur ces fourneaux pour suivre son travail sans interruption, il ne restoit de ressource que d'ôter, le plus qu'on pourroit, de terre dans le dessus & le bas des fourneaux, & de les laisser ainsi jusqu'à ce qu'ils fussent bien enflammés, le Charbonnier ayant seulement soin de boucher les évents les plus considérables, & de remplir les entonnoirs qui se formoient. Le Maître est convenu avoir eu un quart moins de charbon, d'ailleurs moins bon que celui qu'il devoit naturellement espérer.

Il ne faut pas oublier de mettre en compte l'absence ou l'ignorance du Charbonnier, pour donner ou ôter l'air à propos, fermer les évents qui donnent lieu à la combustion d'une partie du bois; ce qui va si loin, que nous avons vû un Charbonnier qui tomba & manqua d'être brûlé dans un vuide de cette espece que le feu avoit formé. C'est ce qu'on appelle un *Entonnoir*.

Les causes extérieures sont les grands vents. Pour s'en garantir, les Charbonniers doivent être munis de claies; ils doivent être vigilants à les dresser suivant les différentes directions du vent. Ayant besoin que les fourneaux soient couverts d'une croûte légere de feuilles, terre & frazin; les grandes pluies qui entassent, battent & entraînent; les gelées qui soulevent; les grandes chaleurs qui dilatent, sont autant de causes préjudiciables à la quantité ou à la qualité des charbons. Un temps calme, & une légere humidité sont ce qu'on peut désirer de plus favorable.

Lorsqu'on a bien considéré la maniere de convertir le bois en charbon, n'a-t-on pas raison de penser qu'il faudroit qu'un Charbonnier fût très-instruit, très-actif & très-vigilant. Exposé à toutes les rigueurs de l'air, dans les saisons les plus rigoureuses, les nuits les plus obscures, & les variations continuelles du vent, il a à gouverner un élément fougueux & vorace, duquel un Maître de forge voit dépendre journellement sa fortune.



SECONDE PARTIE.

Maniere d'obtenir un courant d'air pour les foyers destinés au travail du Fer.

Il n'est pas possible d'avoir du feu sans un courant d'air; son action est même proportionnée à ce courant : c'est ce qui donne le mouvement aux particules élémentaires du feu, & nous avons vû que sans mouvement il n'y a plus de chaleur. Une once de charbon de bois, enfermé dans un creuset bien luté, y restera, sans déchet, pendant 14 ou 15 jours à la chaleur d'un fourneau toujours en feu, tandis que la millieme partie du feu qu'on y a consumé, l'auroit mis en cendres dans un air libre. *Van-Helmont* ajoute que pendant tout ce temps-là, le charbon ne perd pas même sa couleur noire : mais que s'il s'y introduit un peu d'air, il tombe aussi-tôt en cendres blanches. Il faut dire la même chose de toutes les substances animales & végétales qu'on ne sçauroit calciner qu'à feu ouvert, & qui, dans des vaisseaux fermés, ne peuvent être réduits qu'en charbons noirs. N'avons-nous pas nous-même l'expérience qu'un fourneau à fondre la mine du fer, que l'on bouche plein de charbons enflammés, se trouve, au bout de 15 à 20 jours, aussi plein que quand on l'a fermé, pourvu que l'air n'ait pu y pénétrer, sans quoi, en peu de temps, on ne trouve au fond que de la cendre. il faut remarquer, d'un autre côté, que si l'on donne un grand courant à un petit feu, le feu au lieu d'en être animé, sera dissipé, & si ce feu étoit soufflé par un courant d'air trop humide, il seroit éteint. Dans la nature tout a des bornes, & ses effets sont tous assujettis à de certaines conditions.

Puisqu'il n'y a point de feu sans air, & que l'on a besoin dans les foyers des forges, & sur-tout des fourneaux, d'un feu de la derniere violence, il faut donc joindre aux matieres inflammables & à l'arrangement nécessaire, un grand courant d'air : & comme dans certains cas, on a besoin d'un feu plus ou moins grand, & que d'ailleurs il faut que le phlogistique soit immédiatement appliqué au fer pour se combiner avec lui, au lieu de le détruire il est essentiel qu'on puisse diriger, diminuer, ou augmenter ce courant, suivant que le travail le demande. Pour remplir ces vûes, on ne pouvoit rien imaginer de mieux que les moyens qu'on a employés. L'invention de certaines machines démontre bien l'étendue de l'esprit humain. Qui se seroit attendu de voir l'eau & le feu lui-même servir à procurer ce courant d'air, comme on le voit par le ventilateur & par les trompes ? On peut, pour cet usage, se servir de tout ce qui est capable de rassembler une certaine quantité d'air, & de le pousser avec un certain degré de vîtesse. Voici les deux moyens aujourd'hui en usage, & nous nous y bornons quant à présent,

présent, puisque, comme nous l'avons annoncé, il n'est question que du travail actuel. L'histoire des trompes & des soufflets est entiérement tirée des Mémoires de M. *de Réaumur*.

ARTICLE I.

Des Trompes *ou* Soufflets *à chûte d'eau, appellés aussi* Artifices *en Dauphiné.*

« L'EAU seule, en tombant dans des tuyaux verticaux, pousse continuellement autant d'air, & avec autant de vîtesse, que les soufflets que nous décrivons. L'action de cet air immédiatement chassé par l'eau, est de même assez forte pour fondre les mines du fer & des autres métaux. On appelle ces soufflets singuliers *des Trompes*. On s'en sert dans quelques Provinces du Royaume, & sur-tout dans le Dauphiné & dans le pays de Foix, soit pour fondre la mine de fer, soit pour affiner la fonte & la convertir en fer ou en acier. On n'a presque jamais recours à d'autres soufflets dans le pays de Foix: nous ne parlerons pourtant de ceux-ci, qu'après avoir décrit les trompes du Dauphiné. Les mesures que nous allons déterminer doivent toutes se rapporter à ces dernieres.

§. I.

Trompes dans le Dauphiné.

(Voyez la Planche V des Fourneaux, & son explication).

« Tout ruisseau d'eau n'est pas propre à faire une trompe : sa situation doit au moins être telle qu'on puisse lui donner une chûte assez considérable. Cette eau est amenée à la trompe par un canal presque horizontal, ou qui n'a d'inclinaison qu'environ un demi-pouce par toise. Le corps de la trompe est un tuyau vertical, qui a environ 27 pieds de hauteur, & un pied 4 pouces de diametre. Ces mesures, quoique les plus ordinaires, peuvent être variées; mais nous nous y arrêterons pour fixer celles que nous avons à donner dans la suite. Le tuyau *HH* (*Pl. V*) est ordinairement composé de deux pieces de sapin creusées, liées ensemble par autant de frettes de fer qu'il est nécessaire pour rendre leur assemblage solide.

« La façon dont ce tuyau est creusé, est ce qui contribue le plus à l'effet de la trompe. Son ouverture supérieure C, celle où le canal presque horizontal verse de l'eau, a 13 pouces de diametre; de-là, en descendant, la cavité du tuyau se rétrecit insensiblement jusqu'à trois pieds de distance de l'ouverture supérieure; dans cet endroit qu'on appelle l'*Etranguillon*, le creux du tuyau n'a que 4 pouces de diametre : mais immédiatement audessous de l'étranguillon, la cavité s'élargit; elle a neuf pouces, & elle

» les conſerve dans tout le reſte de la longueur. Ainſi la cavité ſupérieure du » tuyau eſt une eſpece d'entonnoir qui finit à l'étranguillon.

« Au-deſſous de l'étranguillon, il y a 10 trous, ou ſoupiraux *G, G*, qui » donnent entrée à l'air dans la trompe. Six de ces ſoupiraux ſont à même » hauteur, & quatre ſont au-deſſous de ceux-ci, & en ſont également éloi- » gnés. Ces ſoupiraux ou trous, tant ſupérieurs qu'inférieurs, ſont cylin- » driques, mais taillés obliquement dans l'épaiſſeur du parois, de telle ſorte » que l'ouverture intérieure des ſoupiraux ſupérieurs, eſt plus de 8 pouces » au-deſſous de l'étranguillon, & que leur ouverture extérieure n'eſt qu'à » 5 pouces plus bas que l'étranguillon. Les quatre ſoupiraux inférieurs ſont » taillés avec la même obliquité que les ſupérieurs; & n'en ſont diſtans que » de quatre pouces. Ils ſont tous cylindriques, & ont tous deux pouces de » diametre.

« Le corps de la trompe eſt ſoutenu paa un chevalet, c'eſt-à-dire, par une » piece de bois *D D* coupée quarrément, & percée au milieu pour laiſſer » paſſer la trompe : cette piece de bois eſt portée par quatre pieds enfoncés » en terre. La piece de bois percée au milieu ne touche pourtant pas immé- » diatement la trompe : il y a d'eſpace en eſpace divers crampons de fer atta- » chés à l'une & à l'autre de ces pieces.

» Le bout inférieur *I* du corps de la trompe eſt logé dans une cuve *M M*, qui » a environ 6 pieds de hauteur, & qui, dans quelques fourneaux, a preſque » autant de diametre. Il y deſcend juſqu'à environ 18 pouces de ſon bord » ſupérieur, c'eſt-à-dire, qu'il eſt éloigné du fond de cette cuve, d'environ » 4 pieds & demi. La cuve eſt fortement liée par des cerceaux de fer. Il y a » dedans une eſpece de table ronde *L* d'un pied quatre pouces de diametre, » qui eſt tantôt de pierre & tantôt de fonte de fer. Sa ſurface ſupérieure eſt » environ à la moitié de la hauteur de cette cuve. Elle eſt ſoutenue par une » eſpece de croix de bois, dont les quatre bras ſont égaux, & appuyés chacun » par un pied qui porte ſur le fond de la cuve. Le deſſus de la cuve eſt re- » couvert; mais outre l'ouverture qui donne entrée au corps de la trompe, » il y en a une ſeconde dans laquelle eſt un tuyau qui conduit au foyer l'air » qui eſt pouſſé par l'eau; quelquefois ce ſecond trou eſt percé dans le corps » de la cuve.

« Avant de connoître les autres parties de la trompe, nous pouvons déjà » voir comment elle fait les fonctions d'un violent ſoufflet. Suivons dans ſa » route l'eau qui vient s'y rendre : la partie qui eſt faite en entonnoir, » eſt toujours pleine d'eau, juſqu'à quelque hauteur au-deſſus de l'étranguil- » lon; de ſorte que l'eau ſort à gueule-bée par cet étranguillon; mais elle » n'eſt pas plutôt ſortie, que trouvant une ouverture plus large, elle ſe diſ- » perſe. Les gouttes d'eau, pour ainſi dire, s'éparpillent : il arrive ici ce qui » arrive à l'eau qui ſort de tous les ajutages. Après la ſortie, elle n'eſt plus

» renfermée, comme elle l'étoit par une ſurface cylindrique ; elle ne prend » même aucune figure conſtante. Le jet eſt comme compoſé de différents filets d'eau, qui changent continuellement d'arrangement, les uns par rapport aux autres. Or les intervalles qui ſont entre différents filets & ces différentes gouttes d'eau, ſont occupés par l'air qui eſt dans la cavité de la » trompe. Si, entre deux filets ſéparés par l'air, un nouveau filet vient à deſcendre, il pouſſera cet air en bas, avec toute ſa vîteſſe ; il le conduira » avec ſoi dans la cuve. L'arrangement irrégulier que prennent les filets, ſoit » à leur ſortie de l'étranguillon, ſoit en continuant leur chûte, eſt ſans doute » cauſe qu'il y a peu de gouttes d'eau qui ne ſoit en état de conduire de » l'air dans la cuve, pourvû que cet air trouve place pour y entrer ; & il la » trouve, parce que l'air qui y eſt conduit, a une iſſue pour échapper, & » qu'il eſt même pouſſé par l'eau à prendre cette route. L'eau, à meſure qu'elle » ſort de la trompe, agit contre l'air qui eſt dans la cuve, avec toute ſa peſanteur & toute ſa vîteſſe acquiſe pour le faire ſortir : & cet air trouve une ouverture où rien ne lui réſiſte, ou lui réſiſte peu, & par conſéquent il s'échappe.

» L'eau fait plus encore : arrivée dans la cuve, elle tombe avec impétuoſité ſur la table, d'où rejailliſſant de tous côtés, elle pouſſe en haut le même » air qu'elle a conduit en bas : elle donne moyen de ſe dégager à celui qui, » s'étant trouvé renfermé entre différents filets, avoit été comme conduit dans » un tuyau d'eau. Enfin les jets d'eau, en s'élevant, pouſſent tout l'air qu'ils » rencontrent, & il ne peut céder qu'en enfilant l'ouverture qui aboutit au » tuyau qui ſe rend au fourneau ; l'eau & l'air qui deſcendent par la trompe, » ne lui permettent pas de prendre une autre route. L'air l'enfile encore d'autant plus naturellement quand le feu eſt au fourneau, qu'il trouve de ce côté-là un air raréfié qui cede continuellement.

» A meſure que l'air ſort de la cuve, il en entre de nouveau dans la trompe, » & cela par la loi du plein. De nouvel air ſouffle, pour ainſi dire, continuellement par les dix ſoupiraux : il en entre par eux tous enſemble, autant qu'il en ſort par le tuyau du ſoufflet. Le nouvel air, à meſure qu'il » arrive, ſe trouve expoſé aux percuſſions des filets d'eau qui le conduiſent, » dans la cuve, & l'en chaſſent enſuite pour le renvoyer au ſoufflet. Cette » circulation d'air ne dureroit pas long-temps, ſi l'eau ne trouvoit pas une iſſue ; elle rempliroit bientôt la cuve. Il ne faut pas non plus que l'ouverture, » pour la fuite de l'eau, donne paſſage à l'air, & elle ne le donne pas tant que » le niveau de l'air ſe trouve au-deſſus du trou *P* qui laiſſe échapper l'eau. Pour » entretenir l'eau dans ce niveau, & pour ſçavoir ſi elle le conſerve, il y a auprès de la cuve, une eſpece de petite écluſe *QRS*, (ſi l'on peut pourtant » donner ce nom à une eſpece de caiſſe ſans fond, qui a environ 2 pieds de » hauteur). Le bas de cet aſſemblage de planches eſt de niveau avec le bord

» supérieur de l'ouverture de la cuve qui donne l'écoulement à l'eau; & le canal » *P* qui conduit l'eau dehors de la caisse, est aussi au-dessous de cet assemblage » de planches. Au milieu de cette caisse, deux tringles forment de chaque côté » une coulisse, où est une planche qui s'éleve au-dehors de la caisse, & qui peut » s'élever ou s'abaisser davantage : elle est, à proprement parler, la patte de » notre petite écluse. On voit que la largeur de cette planche est parallele à l'ou- » verture de la cuve. Dès qu'on a abaissé cette espece de patte, on étrecit le » canal qui laisse écouler l'eau; on l'élargit, si on l'éleve : & par conséquent » il est aisé d'en faire rester dans la cuve jusqu'à quel point on veut; ce qui » ne doit jamais aller au plus que jusqu'au tiers de sa hauteur. Enfin on connoît » quelle hauteur l'eau occupe dans la cuve, en regardant dans la petite écluse, » puisque par les loix de l'équilibre des liqueurs, elle est la même dans l'une & » dans l'autre.

« Une trompe pareille à celle que nous venons de décrire, suffit souvent pour » un foyer à forger ou à affiner; mais pour un fourneau à fondre la mine, on en » emploie tantôt deux, tantôt trois (*fig.* 5). Une seule pourroit faire autant » d'effet que les trois ensemble, si l'on avoit l'eau à discrétion; mais lorsqu'on » n'a qu'une certaine quantité d'eau, celle qui, de trois trompes, fait un souffle » assez fort, en feroit un trop foible, si elle tomboit dans une seule. Quoiqu'on » donnât à chacune des parties du corps de cette trompe, autant de capacité » qu'en ont ensemble dans les trois corps des parties semblables, on ne ren- » droit pas son effet égal; l'eau ne se disperseroit pas autant sortant de l'étran- » guillon de celle-ci, qu'elle se disperse ensemble dans les trois autres; & l'on » voit que ce n'est qu'autant que l'eau se disperse, qu'elle peut pousser l'air dans » la cuve. Si, en tombant, elle formoit une colonne qui eût pour base l'étran- » guillon, elle ne produiroit aucun effet.

« Quand on a plus d'une trompe, elles ont chacune un petit tuyau particu- » lier appellé *Caissole* par les Ouvriers : ces petits tuyaux aboutissent à un plus » gros porte-vent qui leur est commun. La longueur du corps de la trompe n'est » pas arbitraire non plus, quand on n'a qu'une certaine quantité d'eau. Plus » le corps de la trompe est long, plus il contient d'air; plus long-temps l'eau » agit contre cet air & plus fortement; la même quantité d'eau en chasse cer- » tainement plus d'air, & il en rentre toujours à peu près autant qu'il y en a » de chassé.

« Mais quand on a assez d'eau, de plus grosses trompes ou plus courtes » peuvent faire le même effet que de plus petites & plus longues. Peut-être » augmenteroit-on l'effet des trompes, si l'on employoit ces moyens pour » obliger l'eau à se disperser davantage à la sortie de l'étranguillon : si, par » exemple, elle rencontroit à sa sortie des fils de fer diversement inclinés, » qui traverseroient le corps de la trompe. Il est vrai qu'on perdroit quel- » que chose de la vîtesse que l'eau a acquise; mais peut-être gagneroit-on

» davantage

» davantage par l'augmentation de la quantité de l'eau qui feroit en état d'agir » contre l'air.

« Le porte-vent a environ un pied de diametre dans les trompes d'un » petit fourneau ; il fait un ou plufieurs coudes ; il eft plus ou moins incliné » felon la pofition des trompes par rapport à celle du fourneau. Il fe ter» mine par une canne de fer, femblable aux bufes des foufflets, & qui » entre de même dans le fourneau. Tout ce que nous avons à y remarquer, » c'eft qu'auprès du fourneau il y a une ouverture d'environ 8 pouces en » quarré, qu'on bouche par le moyen d'un clapet ou efpece de petite porte » de pareille grandeur, & qui s'ouvre avec une charniere. On l'ouvre tou» tes les fois qu'on veut arrêter ou diminuer le vent du foufflet. En dedans » de cette ouverture, il y a un morceau de cuir qu'on baiffe ; ce cuir eft » une foupape que le vent tient abaiffée pendant qu'il fouffle ; & trouvant » alors pour iffue l'ouverture en queftion, il fort & n'arrive point jufqu'au » fourneau. Au refte, le tuyau du porte-vent eft pour l'ordinaire de fer» blanc jufqu'à la tuyere.

« Le fouffle du porte-vent feroit inégal, fi l'on ne régloit l'eau qui entre » dans la trompe. Plus il y auroit d'eau, plus il y auroit de vent ; auffi à la » tête du canal qui la conduit, on a foin de conftruire une petite éclufe, » ou de mettre une patte que l'on éleve, ou baiffe, fuivant la quantité d'eau » que l'on laiffe couler dans la trompe. Nous avons dit qu'on ne donne à ce » canal qu'environ un demi-pouce de pente par toife ; ce n'eft pas que l'effet » de l'eau ne foit d'autant plus grand qu'elle a plus de chûte, mais une eau » qui arriveroit trop rapidement, pourroit déranger le tuyau de la trompe » de fon à plomb, ce qui en diminueroit beaucoup l'effet. D'ailleurs elle » uferoit plus vîte la partie de la trompe faite en entonnoir ; elle perdroit » même une grande partie de fa vîteffe ; en tombant entre les parois, elle » rejailliroit en partie. Il vaut mieux que l'eau ait moins de chûte en arrivant » à la trompe, & que le corps de la trompe foit plus haut. L'eau peut de » même acquérir autant de vîteffe, fans caufer de dérangement.

« Les Forgerons prétendent avoir remarqué que les trompes foufflent plus » fortement en hiver qu'en été, & le raifonnement paroît d'accord avec leur » obfervation. L'eau a certainement moins de volume en hiver qu'en été ; & » par conféquent elle eft alors plus pefante, & en état d'agir plus efficacement » contre l'air : cette remarque s'accorde avec celle des Forgerons qui fe fervent » de foufflets mûs par l'eau.

» La trompe ou tuyau doit être bien affujettie par les crampons de fer qui » la portent ; autrement elle s'enfonceroit dans la cuve. Les crampons la tien» nent ifolée de façon qu'elle ne touche point les parois du trou du che» valet, & cela afin qu'extérieurement elle foit plus feche, qu'elle fe pour» riffe moins vîte. Quand elle s'ouvre quelque part, on bouche les trous

» avec de la filasse, ou de quelqu'autre maniere équivalente. Dans les endroits » où l'on peut placer les cuves sur un terrein pierreux, on ne leur donne » pas de fond; dans d'autres endroits, on leur donne un corroi de glaise; » & quand on leur fait un fond de bois, ce fond porte par-tout sur un terrein. » Elles ont environ un pouce de diametre de moins par en haut que par en » bas.

« On met deux petites planches où le vent sort de la cuve, quand ce trou » est percé dans la hauteur de la cuve; elles servent à arrêter en partie les par- » ticules d'eau qui seroient emportées par l'air dans le porte-vent. L'une de » ces petites planches est attachée au fond supérieur, & l'autre contre les côtés. » Le bout de l'une descend plus bas que le bout de l'autre, sans cependant se » toucher. Le vuide qui est entr'elles deux, est le chemin qu'enfile l'air, & où » il est plus difficile à l'eau d'arriver.

§. II.

Trompes dans le Pays de Foix.

(*Voyez la Planche VII des Fourneaux & leur explication*).

« Il y a quelque différence entre la construction des trompes du Dauphiné, » & celle des trompes du pays de Foix. La plus remarquable est que ces der- » nieres n'ont point, comme les autres, de soupiraux placés au-dessous de l'é- » tranguillon; elles tirent l'air de plus haut: il vient d'au-dessus de la surface » de l'eau qui entre dans la trompe. Le réservoir d'eau fournit en même-temps » deux corps de trompes, deux tuyaux verticaux parfaitement semblables; ainsi » il suffit de connoître la structure d'un de ces tuyaux.

« Depuis la caisse où ce tuyau conduit l'eau & l'air jusqu'à une certaine » hauteur au-dessus, il a un diametre égal. Arrivé à cette hauteur, il commence » à s'évaser, & continue de même en entrant dans le réservoir, d'où il reçoit » l'eau; arrivé à ce réservoir, il se divise en trois parties ou en trois tuyaux, si » pourtant on peut appeller la partie du milieu qui est ouverte des deux côtés, » un tuyau. Les deux tuyaux des bouts sont faits en coins; on les nomme les » *Trompilles*. Ils s'élevent chacun jusqu'à peu de distance des bords supérieurs du » réservoir. Leur position est telle que l'espace qui reste entr'eux, & que nous » avons appellé le *Tuyau du milieu*, a aussi la figure d'un coin, & il en porte le » nom. Cet espace est ouvert de deux côtés depuis le fond du réservoir jusqu'en » haut.

« C'est par ces ouvertures que l'eau entre dans le corps de la trompe. Les » deux tuyaux qui sont à côté, les deux trompilles fournissent l'air: l'eau » n'y entre jamais, parce qu'on ne permet pas qu'elle s'éleve dans le réservoir » à la hauteur de leurs bords supérieurs depuis le fond du réservoir jusqu'un » peu au-dessous; le corps de la trompe est donc divisé réellement en trois

» tuyaux, qui sont les deux trompilles & l'espace qui est entr'elles, ou le » coin; car alors cet espace est renfermé de tous côtés. Les ouvertures in» férieures de ces trois tuyaux aboutissent ensemble à un canal commun, dans » un endroit où le diametre du corps de la trompe n'est pas aussi rétreci qu'il » l'est un peu plus bas.

» De cette disposition il suit un effet pareil à celui que produit la dispo» sition des autres trompes. L'eau du réservoir entre dans la partie du milieu » ou dans le coin; à la sortie de ce coin, elle rencontre un canal plus large; » elle s'éparpille; elle chasse l'air qu'elle trouve devant soi; elle le conduit » vers le bas du tuyau. La nouvelle eau qui arrive, trouve de même de nou» vel air à pousser: il est continuellement fourni par les deux trompilles.

» Nous avons dit que ces trompes sont composées de deux tuyaux verti» caux; ils aboutissent à une caisse commune, car ici on ne donne pas la » figure de la cuve à la capacité où l'eau & l'air sont conduits. Cette caisse » est d'une grandeur considérable; elle a près de 16 pieds de longueur sur » presque 6 de largeur, & 3 de hauteur intérieurement dans l'endroit où elle » en a le moins. Les deux tuyaux de la trompe sont à un des bouts de la caisse, » qui est de quelque chose plus large que l'autre; mais en récompense, cet au» tre bout est beaucoup plus élevé: il a près de 4 pieds de hauteur au-dessus » de la partie dans laquelle entrent les tuyaux. Aux deux tiers de la longueur » de la caisse, les pieces de bois du dessus sont mises dans l'inclinaison néces» saire pour arriver à cette hauteur.

» Le conduit par où l'air s'échappe, part du bout le plus élevé. L'endroit » où il commence n'est pourtant qu'à la hauteur de la surface horizontale du » dessus de la trompe, de-là, en allant vers le fourneau, le tuyau s'incline en » en bas. La partie de la cuve plus élevée est apparemment faite pour augmen» ter la capacité de cette cuve, pour réfléchir l'air, &c.

» Nous n'ajouterons point ici que l'eau qui tombe dans la caisse, y tombe » sur des especes de tables, pareilles à celles que nous avons vûes dans les » cuves des autres trompes. Nous n'entrerons point non plus dans le détail » des mesures des tuyaux des réservoirs & des autres parties de la trompe: » il y a bien de l'arbitraire en tout cela ».

On peut encore voir dans *Swedenborg*, une description de trompe, & la réflexion qu'il fait à ce sujet.

ARTICLE II.

Des Soufflets.

SI NOUS avions mis par ordre d'ancienneté les moyens de donner un courant d'air aux foyers du travail du fer, il est probable qu'il auroit fallu commencer par les soufflets. D'abord on les a fait de cuir, & on les faisoit

mouvoir à force de bras, enſuite on les a faits beaucoup plus grands; ils étoient mûs par l'eau, & relevés par des contre-poids. Comme ces ſoufflets ſont extrêmement communs, nous ne nous y arrêterons pas.

Depuis peu on a trouvé une maniere ſujette à moins d'entretien, en les faiſant de bois. On s'en ſert depuis 1620, dans les fonderies du *Haut-Hartz.* On en attribue l'invention à un Evêque de Bamberg. On dit dans le Berry & le Nivernois, qu'ils y ont été apportés par un Allemand; & dans le Dauphiné, on dit qu'un Suiſſe y a conſtruit les premiers. En Franche-Comté, c'eſt un Allemand qui en a montré la conſtruction aux nommés *Gaucherot*, habiles en cette partie. Ce qu'il y a de certain, c'eſt que du temps d'*Agricola*, ils étoient inconnus. Juſqu'à cette ingénieuſe découverte, on ſe ſervoit de ſoufflets de cuir; & il eſt très-probable que nous la devons à l'Allemagne, ainſi que bien d'autres choſes concernant le travail du fer, comme nous aurons ſouvent occaſion de le remarquer. Voici la deſcription des ſoufflets de bois, telle qu'elle ſe trouve dans un Mémoire de *M. de Réaumur*.

« On ne s'en ſert pas ſeulement pour les fourneaux, on s'en ſert auſſi » pour les forges où nous verrons convertir la fonte en fer. Ceux des four- » neaux ſont les plus grands; on leur donne depuis 14 juſqu'à 15 pieds » de longueur, ~~ſans y comprendre la buſe des ſoufflets~~, qui a ordinaire- » ment trois à quatre pieds au-dehors du ſoufflet. Pour ceux des forges, on » en fait depuis 7 pieds juſqu'à 10: la Planche VIII repréſente un de ces » petits ſoufflets. La grandeur & le nombre des parties croiſſent proportion- » nellement dans les grands. Ici nous ne nous arrêterons qu'aux meſures des » grands.

» Les ſoufflets (*Planche I*) ſont compoſés de deux caiſſes de bois, l'une » immobile; c'eſt l'inférieure *B*: la ſupérieure *A* eſt mobile; nous la nomme- » rons avec les Ouvriers *le Volant*. Le volant s'éleve & s'abaiſſe alternative- » ment ſur la caiſſe inférieure, à peu-près comme on éleve & abaiſſe le » deſſus d'une tabatiere à charniere, quand on l'ouvre & quand on la fer- » me; mais ici les bords du deſſus deſcendent bien au-deſſous du fond de » la boîte qu'il recouvre, & dans le temps même qu'on releve le plus le » deſſus, une partie de ces bords eſt au-deſſous de la caiſſe inférieure; jamais » le derriere *D* de ces ſortes de ſoufflets, c'eſt-à-dire, le bout le plus éloigné » de la buſe *F*, ne doit être en ligne droite. Il doit faire la portion d'un cer- » cle qui auroit pour centre la cheville ouvriere *K*; tous les autres côtés, & » même celui-là dans la caiſſe inférieure, & les autres dans le volant, ſont » en ligne droite. Le fond de la caiſſe inférieure a douze pieds & quelques » pouces de longueur, juſqu'à la têtiere *S*, c'eſt-à-dire, juſqu'à l'endroit où » la caiſſe inférieure eſt recouverte par quelques petites planches immobiles » *S* qui forment une partie de la caiſſe. *a T* eſt une partie du tuyau ou canal,

» qui

» qui conduit le vent dans la buse *bb* ; une partie de la buse *b T* est engagée » dans ce tuyau où commence la têtiere *S* ; le fond de la caisse n'a gueres » qu'environ 14 pouces en-dedans ; près du bout du soufflet, elle a 4 pieds » & demi en-dedans ; & où cette caisse est plus large, elle a moins de profon- » deur, qui n'est gueres que de cinq pouces près du derriere, pendant qu'elle » en a près de neuf près de la têtiere. Le dessus du volant a une figure sem- » blable à celle du fond de la caisse, considéré seulement jusqu'où com- » mence la têtiere. Il est de quelque chose plus grand en tous sens ; mais le » volant ne forme point une caisse ; ou si l'on veut le considérer comme une » caisse, c'en est une ouverte par un des bouts *A*, & inégalement profonde en » différents endroits des côtés. Cette caisse imparfaite a trois pieds de pro- » fondeur au bout le plus large *B D* ; de-là sa profondeur va en diminuant » également jusqu'au bout *A* le plus proche de la têtiere, où il n'a qu'un pied » de profondeur.

» On imagine assez comment ce volant se pose sur la caisse inférieure, & » que c'est afin qu'il s'applique mieux dessus, qu'il n'a aucun rebord à son » petit bout. Nous ferons seulement remarquer qu'il est rêtenu en place par » un boulon *P P* qui traverse de part en part la têtiere. On imagine en- » core aisément qu'il tourne sur ce boulon, comme le dessus d'une tabatiere » sur sa charniere ; & qu'à mesure qu'on l'éleve, la cavité comprise entre la » caisse inférieure & le volant, augmente, ou, ce qui est la même chose, » qu'elle contient plus d'air. Quoique nous n'ayons pas encore dit où est » l'ouverture qui donne entrée à l'air entre ces deux caisses, les autres souf- » flets donnent assez d'idée de la maniere dont on peut placer les soupapes » nécessaires. Toute la difficulté gît à ne faire sortir l'air introduit, que par » la buse ; & cette difficulté a dû paroître considérable à celui qui a cherché le » premier à construire de pareils soufflets. On ne peut pas se promettre d'ajuster » l'une sur l'autre, deux caisses si grandes, assez exactement pour ne laisser en- » tr'elles aucun passage à l'air. Si dans une certaine position, elles se touchent » bien, elles se toucheront inégalement dans une autre. D'ailleurs les chan- » gements qui arrivent au bois, soit par sécheresse, soit par humidité, ouvri- » roient bientôt des passages à l'air, entre les caisses qui auroient été le plus » parfaitement emboîtées l'une sur l'autre. Un emboîtement même trop par- » fait produiroit de rudes frottements, & demanderoit une augmentation de » force dans le moteur des soufflets. Un expédient ingénieux, & d'autant plus » estimable qu'il est très-simple, remédie à tous ces inconvénients ; pourvu » que les côtés de la caisse soient des surfaces à peu-près planes, & qui ne » soient pas éloignées de ceux de la caisse inférieure de plus de deux pouces, » on bouche à merveille tout le vuide qui reste entr'elles : en voici tout le » mystere.

» Sur les bords de la caisse inférieure, il y a des liteaux ou tringles de bois

» *II*, qui n'y ſont point attachés. Selon qu'ils ſont pouſſés, ils peuvent avancer » vers le dehors de la caiſſe, & aller de ce côté-là par de-là ſes bords, ils peuvent de même revenir ſur leurs pas; mais jamais le bord du liteau n'excede » le bord de la caiſſe vers le dedans, & jamais ils ne peuvent s'élever; des » mentonnets *Y*, *Z*, & 1, 2, *z*, les arrêtent dans ces deux ſens. Le manche, » la racine de chaque mentonnet eſt attaché verticalement contre les parois » de la caiſſe, & le mentonnet porté par ce manche eſt horizontal. Les mentonnets forment enſemble une eſpece de couliſſe à jour, dans laquelle le » liteau peut aller & venir ſans pouvoir s'élever. En quelques endroits on fait » ces mentonnets de bois, ce qui eſt ordinaire, & le meilleur; dans d'autres » ils ſont de fer.

» Ce ſont les liteaux qui bouchent tout paſſage au vent: ils ſont continuellement preſſés par des reſſorts qui les obligent de s'appliquer contre les » parois intérieures du volant. Ces reſſorts ſont des lames d'acier qui tendent à ſe fermer juſqu'à un certain point. Entre deux mentonnets *z z*, eſt » attachée une petite piece de bois, aſſez ſemblable à la racine du mentonnet, & placée ſemblablement. Elle eſt, & on l'appelle le *Porte-reſſort*: le » milieu du reſſort eſt attaché contre cette piece; & les deux bouts du même » reſſort touchent le liteau: quand ces reſſorts ſont autant fermés qu'ils le » peuvent être, il n'y a de largeur du liteau ſur le bord de la caiſſe, qu'autant » qu'il en faut pour y être ſoutenu. Le reſte du liteau eſt en-dehors de cette » caiſſe. Chaque liteau des côtés eſt compoſé de pluſieurs tringles qui s'emboîtent par les bouts les unes dans les autres, ce que montrent 11 & 14. » Un liteau eſt large de deux pouces & demi ſur 18 lignes & quelquefois » ſur 12 lignes d'épaiſſeur. Sept reſſorts preſſent un côté dans un grand ſoufflet. Concevons à préſent la caiſſe inférieure emboîtée dans le volant, & » qu'elle a été d'abord tellement conſtruite que ſes parois touchoient, à » quelque choſe près, celles du volant: l'air pour cela ne trouve pas entrée entre les deux caiſſes, parce que les reſſorts contraignent les liteaux » à s'appliquer contre les parois du volant. Si les changements de tempéture d'air étendent le volant; s'ils font que ces parois s'éloignent davantage, il ne reſte pas plus de vuide; à meſure que les parois s'éloignent, » les liteaux les ſuivent; de même ſi, en élevant le volant, il ſe trouve en » certains endroits des vuides plus grands que dans d'autres, les liteaux en » approchent davantage & les bouchent; ſi au contraire d'autres changements » d'air retréciſſent ce volant, & ſi, en s'abaiſſant, il forme des vuides plus » petits, alors le volant repouſſe les liteaux, il les fait rentrer dans la caiſſe » inférieure. Dès-lors que les côtés du volant ſeront bien plans, l'entrée ſera » donc bouchée à l'air.

» Tout ce jeu eſt aiſé à imaginer: il n'y a aucun endroit où il ſoit plus » néceſſaire que vers le derriere du volant. Il le ſeroit encore davantage ſi

» l'aſſemblage dont le derriere du volant eſt formé, étoit perpendiculaire » au-deſſus du même volant : car il eſt sûr que plus le volant s'éleveroit, plus » il reſteroit de vuide entre ce dernier & celui de la caiſſe ; & cela par la » raiſon que dans les triangles rectangles qui ont un côté commun, celui » qui a l'autre côté plus grand, a une plus grande diagonale. Par cette rai- » ſon, dis-je, la ligne tirée du boulon par le milieu d'un des reſſorts juſqu'à » la parois du volant, ſeroit d'autant plus longue ; ou ce qui eſt la même cho- » ſe ; la diſtance de la ſurface intérieure des parois du volant, à la ſurface » extérieure des parois de la caiſſe, ſeroit d'autant plus grande que le volant » ſeroit plus élevé. Pour diminuer ce vuide qui pourroit être tel qu'il ſeroit » difficile de le boucher avec le liteau, on donne à la parois du derriere du » volant, une direction inclinée vers la caiſſe inférieure. On donne même à » ce dernier une courbure, comme on la voit en *B D*; mais comme il eſt » difficile de meſurer exactement la courbure, & de donner la courbure me- » ſurée, le mouvement du liteau ſupplée à ce qui manque ; il s'applique tou- » jours aiſément contre les parois.

» Dans les plus petits ſoufflets, & même quelquefois dans les grands, on » ſe contente de plus grands liteaux & des reſſorts dont nous venons de » parler, & on ne laiſſe pas que de faire de bons ſoufflets : car, après tout, » il ne s'agit pas de vaiſſeaux qui ſoient bouchés hermétiquement ; cepen- » dant ils ſont d'autant plus parfaits que l'air y trouve moins d'iſſues. Il eſt » encore une précaution qu'il eſt mieux de prendre pour les grands ſouf- » flets, & que l'on prend dans les endroits où on les fait avec le plus d'exac- » titude. Avant que de dire en quoi elle conſiſte, faiſons connoître le dé- » faut auquel elle remédie. Les liteaux appuyés ſur les côtés de la caiſſe, » n'ont préciſement que la longueur du côté ſur lequel ils ſont appuyés. » Suppoſons que ſur le derriere il n'y a qu'un liteau, qui n'a qu'une longueur » égale à celle du bout qui le porte. Cela étant, ces trois parties du volant » qui ſont vis-à-vis des liteaux, ſont plus longues que le liteau. Il reſtera » donc un vuide qui ne ſera point occupé par des liteaux, quoiqu'ils tou- » chent, autant qu'il leur eſt poſſible, le volant ; ce vuide formera deux pe- » tits cubes ou deux petits parallélipipedes rectangles aux deux bouts du » liteau du derriere ; & ces deux vuides ſeront d'autant plus grands, que la » caiſſe ſupérieure ſurpaſſera plus la caiſſe inférieure.

» Ces deux vuides, comme tous les autres, ſe bouchent par le moyen des » reſſorts, mais qui agiſſent dans un ſens différent, comme on peut le voir » aux figures 8, 12 & 14. Pour entendre l'effet de ces reſſorts, au lieu d'un » liteau, on en concevra trois derriere le ſoufflet, & ils y ſont effectivement. » Ils ſont tous trois poſés ſur une même ligne ; les deux bouts de celui du mi- » lieu ſont deux tenons, deux eſpeces de languettes qui entrent chacune » dans une mortaiſe, dans une couliſſe taillée dans le bout d'un des autres.

» Ces trois liteaux étant engagés l'un dans l'autre, autant qu'ils le peuvent » être, n'ont ensemble que la longueur du derriere de la caisse ; mais ils peu- » vent occuper une plus grande longueur. Quand ceux des bouts s'écartent de » celui du milieu, (& ils s'en écartent aisément), les coulisses se meuvent » facilement sur leurs languettes : deux ressorts leur font faire ce mouvement; » au lieu que les autres ressorts tendent à se fermer, ceux-ci tendent à s'ou- » vrir. Ils sont posés au-dessus des liteaux, & couchés horizontalement com- » me les autres. Dans le dessus des liteaux, les ressorts sont attachés par » leurs extrémités, par le moyen d'un clou, ou bien il y a des entailles qui » donnent prise à leur bout, & qui suffisent même pour empêcher les res- » sorts de tomber. Un de ces ressorts presse contre un des liteaux du bout & » contre celui du milieu ; de même l'autre ressort presse contre le liteau de » l'autre bout, & contre celui du milieu : ainsi le ressort du milieu reste tou- » jours en même place ; mais ceux des côtés s'éloignent autant que les parois » des côtés de la caisse supérieure le permettent : cela n'empêche pas que les » ressorts ordinaires, ceux dont nous avons parlé ci-devant, n'approchent » en même temps les mêmes liteaux contre le derriere du volant, & qu'ils ne » bouchent tout le vuide. On pourroit se contenter derriere de deux ressorts » placés semblablement à ceux des côtés, qui tendroient à s'ouvrir comme le » dernier dont nous avons parlé, & dont les deux bouts seroient arrêtés dans » des entailles ou par un clou ; pourvu qu'ils eussent une certaine grandeur, » ils fourniroient aux deux mouvements différents des liteaux ; quand ils au- » roient autant écarté les liteaux les uns des autres qu'ils le peuvent être, le » reste de leur effort serviroit à les rapprocher du volant.

» Il y a des soufflets où l'on met encore un liteau, ou, si l'on veut, deux » liteaux assemblés comme ceux de derriere auprès de la têtiere : ces li- » teaux poussés par des ressorts ordinaires, s'approchent de la partie de la » têtiere dont le volant s'éloigne en s'élevant ; & le volant, en s'abaissant, » les ramene en leur premiere place. Enfin quelques Ouvriers mettent deux, » trois liteaux sur chaque côté, disposés comme ceux de derriere, & pous- » sés de même par des ressorts ajoutés en-dessus : les soufflets en valent en- » core mieux.

» Les ouvertures qui donnent entrée à l'air dans le soufflet pendant que » le volant s'éleve, sont taillées dans le fond de la caisse inférieure, comme » on les voit en *A A*. Les Ouvriers les appellent *Ventaux* ou *Eventaux*, » nom qu'ils donnent aussi aux soupapes qui les bouchent. En quelques Pro- » vinces il y a deux pareilles ouvertures dans un grand soufflet. Elles sont » coupées quarrément, & ont chacune environ cinq pouces de large & dix » de long. Elles ne sont distantes que de deux ou trois pouces l'une de l'au- » tre, & elles le sont de cinq à six du derriere du soufflet. Chacun de ces » ventaux a sa soupape de grandeur proportionnée, & qui tourne sur deux charnieres

» charnieres, ſi l'on peut donner ce nom à deux bandes de cuir, attachées par » un bout au venteau, & par l'autre au fond de la caiſſe. Autour des venteaux, » le fond du ſoufflet eſt garni de peau de mouton, couverte de ſa laine. Il y a » auſſi des morceaux de peau couverte de laine, attachés contre les bords » des venteaux ; de ſorte que quand les venteaux s'abaiſſent, la laine dont » ils ſont revêtus, tombe ſur celle du fond de la caiſſe ; ce qui ferme aſſez » bien.

« Comme l'air entre avec une grande vîteſſe dans le ſoufflet quand on » éleve le volant, il pourroit quelquefois relever les ſoupapes à un tel » point qu'elles tomberoient enſuite du côté oppoſé à celui de l'ouver- » ture, & alors l'air ſortiroit par où il eſt entré. C'eſt à quoi remédie une » corde attachée contre le fond de la caiſſe. Elle paſſe à travers le milieu des » deux ſoupapes. Comme elle eſt lâche, elle les laiſſe élever juſqu'à un » certain point, & les arrête, avant qu'elles ſoient montées trop haut. En d'au- » tres pays, on eſt dans l'uſage de ne laiſſer qu'un venteau au ſoufflet, qui » ſeul a la grandeur des deux précédents. Sa ſoupape a de même pour char- » niere deux morceaux de cuir. Une bande de cuir empêche cette charniere » de s'élever trop. Cette pratique a une commodité qui la rend préférable : » elle laiſſe au-deſſous du ſoufflet une porte aſſez grande, pour qu'un ou- » vrier y puiſſe entrer, quand il y arrive quelque dérangement, ſans être » obligé de le démonter. Pour cela on ne fait que lâcher la bande du cuir, » qui arrête la ſoupape.

« Depuis la têtiere juſqu'à environ trois pieds par-delà, le fond de la » caiſſe eſt recouvert de feuilles de fer : on appréhende les étincelles qui peu- » vent venir par la buſe. Comme ces étincelles pourroient même aller beau- » coup plus loin, on met quelquefois une traverſe *B C* où finiſſent les feuilles » de fer. Cette traverſe eſt elle-même recouverte de feuilles de fer, du côté » qui regarde la buſe.

« Il ne nous reſte qu'à faire quelques remarques ſur la maniere dont les » pieces d'un ſoufflet ſont aſſemblées. On les fait preſque par-tout de plan- » ches de ſapin, des plus épaiſſes & des plus dures. Les planches qui ſont » poſées les unes à côté des autres, ainſi que celles qui compoſent le deſſus » du volant, le fond de la caiſſe, &c. ont des rainures de deux côtés. On » aſſemble deux pareilles planches par le moyen d'une tringle, qui a des lan- » guettes de châque côté. Les planches qui forment les parois du volant & de » la caiſſe, s'aſſemblent à queue d'aronde ; toutes les chevilles qu'on employe » ſont de bois.

« On remarquera que les liteaux ne doivent point avoir de nœuds. Le » liteau & le volant s'uſent par le frottement mutuel. Comme les nœuds » ſont plus durs que le reſte, ils feroient cauſe que les liteaux & les parois » du volant, s'uſeroient inégalement en différents endroits ; ce qui pourroit

» donner des entrées à l'air. Quoiqu'on faſſe tous les aſſemblages le plus exac» tement qu'il eſt poſſible, on craint, avec raiſon, que les jointures ne don» nent entrée à l'air : dans quelques endroits, on colle ſur ces jointures du » papier avec de la colle de farine de ſeigle. Ailleurs on cherche à faire quel» que choſe de plus durable ; on ſe ſert de colle forte, & au lieu de papier on » employe des bandes de peau. Enfin, avant de ſe ſervir de ſoufflets neufs, ou » de ceux qu'on a raccommodés, on frotte avec de l'huile toutes les parties » mobiles. Outre que les mouvements en ſont plus doux, tout paſſage en eſt » encore mieux bouché à l'air ».

Nous ajouterons à ce Mémoire, que lorſque les ſoufflets ne font plus leur travail ordinaire, par la perte du vent, on peut les raccommoder ; ce qu'on appelle les relever. Cela s'exécute en deſſerrant la cheville ouvriere, & en ôtant la caiſſe ou le volant ; en viſitant & nettoyant les joints & les liteaux, les mentonnets, les reſſorts ; enfin en collant des bandes de baſane ſur les endroits que l'on entrevoit donner paſſage à l'air. Le devant de la tête expoſé au feu, & conſéquemment facile à ſe gercer, ſe garnit de coins de bois avec colle forte, & s'enduit de bourre mêlée avec colle de farine de ſeigle. Lextrémité du fond des ſoufflets porte ſur deux chevalets qui y ſont attachés ; & la tête eſt appuyée par en bas ſur un banc de pierre qui eſt placé devant, mais plus bas que la tuyere. On a encore ſoin de faire porter le milieu des grands ſoufflets ſur un ſecond chevalet, ou ſur des pieces de bois, que l'on place où l'on juge à propos. Les ſoufflets ſont arrêtés par des coins de bois, chaſſés à force entre la tête & la marâtre de la tuyere ; & les chevalets ſont cloués au chaſſis traînant, qui eſt placé deſſous, afin de rendre le fond immobile.

La caiſſe des ſoufflets eſt garnie au-deſſus de deux anneaux de fer (*Planche II*) dans leſquels paſſe un crochet double, plié dans le deſſus, & répondant à un autre crochet mobile, enclavé dans le bout des baſſecules ou contrepoids, au moyen d'une cheville de fer. La baſſecule eſt un lévier de bois, dont le point d'appui eſt environ aux deux cinquiemes de ſa longueur. Un bout répond aux crochets des ſoufflets, & l'autre eſt chargé à volonté, pour faire le contrepoids auſſi fort qu'il eſt néceſſaire. Il y a pluſieurs autres manieres de faire relever les ſoufflets : on les trouvera gravés ſur les différentes planches des fourneaux & des forges.

Le deſſus de la caiſſe eſt auſſi garni d'une boîte de fer, dans laquelle paſſe & eſt arrêtée une lame épaiſſe de fer, laquelle déborde le deſſus de la caiſſe de 4 à 5 pouces. Cette lame eſt un peu courbée en *x*, & s'appelle *Baſſecontre*, ou *Baliſcorne*. Pour donner le mouvement néceſſaire aux ſoufflets de forges ou de fourneaux, il y a un courſier qui communique à l'empallement de travail, ou une huche avec rouet & lanterne, comme on le voit dans la Planche II. L'eau du courſier fait tourner une roue, dont les

bras traverſent un gros cylindre de bois, qui tourne devant les baſſe-contres.

Cet arbre eſt armé de ſix *cammes* à tiers-point, trois pour chaque ſoufflet. Une camme eſt un morceau de bois, enclavé, & ſerré dans des mortaiſes, pratiquées dans l'arbre. La camme doit être bien évuidée du talon, & arrondie comme la baſſe-contre; afin que quand elle travaille, elle tende à abaiſſer la caiſſe, & non à la pouſſer. Lorſqu'une camme, par ſa rencontre ſur la baſſe-contre, a fait baiſſer un ſoufflet, & élever le contrepoids dans le bout qui eſt au-delà du point d'appui, ſitôt que la camme eſt échappée de deſſus la baſſe-contre, le contrepoids dégagé de cette force étrangere, & ſupérieure à ſon propre poids, retombe, & en deſcendant fait relever le volant qui, comme nous l'avons dit, répond par des crochets au bout de la baſcule ou contrepoids qui eſt en-deçà du point d'appui, & qui ſe releve néceſſairement quand l'autre bout baiſſe; comme il baiſſe, par la preſſion de la camme, quand l'autre s'éleve; les cammes ſont diſpoſées de façon que toujours quand un des volants s'éleve, l'autre s'abaiſſe; enſorte que pour avoir un vent qui ſouffle ſans diſcontinuité, il faut avoir deux ſoufflets. Lorſque chacune des caiſſes ſupérieures des ſoufflets s'éleve, le venteau s'ouvre par l'inſpiration, & laiſſe entrer l'air. L'inſpiration ceſſée, le venteau ſe ferme par ſon propre poids, & l'air enfermé, preſſé par le volant que la camme abaiſſe, n'a plus pour ſortir d'autre iſſue que les buſes des ſoufflets.

Les ſoufflets de forge étant d'une moindre étendue que ceux de fourneau, demandent moins de force pour être abaiſſés & relevés: auſſi ne ſe ſert-on point de baſcules pour cela. Le jeu des uns & des autres eſt le même, à cela près que les anneaux qui ſont de côté & d'autre de la baſſe-contre, & qui ſont attachés au volant, retiennent un crochet double, plié dans le deſſus, & qui répond à un autre crochet enclavé dans un levier de fer ou de bois, lequel eſt attaché par le milieu à une perche flexible. Le même levier ſert pour les deux ſoufflets; & comme c'eſt à chacun des bouts de ce levier que répond l'enchaînement d'anneaux & de crochets, qui doivent élever chaque ſoufflet, on conçoit que lorſqu'une camme preſſe la baſſe-contre d'un ſoufflet, elle fait baiſſer le volant, & en même-temps les crochets qui y tiennent, ainſi que le bout du levier qui les retient; mais pendant que ce bout du levier cédant à une force étrangere, s'abaiſſe, il faut néceſſairement que l'autre bout s'éleve, & qu'en s'élevant, il éleve auſſi le volant de l'autre ſoufflet, dont la réſiſtance eſt inférieure à la force de la camme qui preſſe. Ce ſecond ſoufflet eſt abaiſſé à ſon tour par la camme qui approche; & en s'abaiſſant avec le bout du levier qui y correſpond, il fait relever néceſſairement le premier ſoufflet par le moyen du levier qui remonte. En un mot, un ſoufflet ne peut monter que l'autre ne s'abaiſſe;

& la perche, par ſon élaſticité, ſe prête à ces différents mouvemenrts.

Nous voici déjà à portée de voir à peu-près ce qu'il faut d'air pour faire un feu qui puiſſe fondre une certaine quantité de mine de fer. *M. de Reaumur* a calculé qu'un ſoufflet de forge, de ſept pieds & demi de longueur juſqu'à la tête; & de 42 pouces de largeur, finiſſant à 14 ſur l'élévation de la caiſſe de 14 pouces, à ſa plus grande portion du cercle, donnera 20151 $\frac{1}{7}$ pouces-cubes pour le volume d'air pouſſé par chaque coup de ſoufflet. Un pareil ſoufflet en un quart-d'heure, donne 206 coups, les deux enſemble 412 : un ſoufflet de fourneau fournira, ſans être de la plus grande dimenſion, 98280 pouces-cubes par chaque coup, & il donnera en un quart-d'heure 120 coups les deux enſemble 240.

Pour voir ce que nous pouvons conclure de-là, ſuppoſons qu'un ſoufflet de fourneau fût rempli d'eau, au lieu d'air. Contenir 98280 pouces-cubes, c'eſt contenir bien près de 57 pieds-cubes, qui à raiſon de ſoixante livres, poids de chaque pied-cube d'eau, peſeroient 3420 livres, mais on ſçait que la peſanteur de l'air eſt à celle de l'eau comme un eſt à mille. Donc à chaque coup de ſoufflet de fourneau, qui ne ſera pas même de la plus grande dimenſion, nous aurons bien près de trois livres & demi peſant d'air. Ce calcul revient à peu-près à celui de M. l'Abbé *Nollet*, qui eſtime que la peſanteur abſolue d'un pied-cube d'air, eſt de près d'une once & deux gros. Wolf. *Elem. aërom.* l'eſtime d'une once vingt-ſept grains. Suppoſons encore que deux ſoufflets de fourneau donnent chacun huit coups par minute, comme il eſt aſſez ordinaire; nous aurons donc par minute près de cinquante-ſix livres d'air qui entrent dans le fourneau, ce qui revient à 3360 livres par heure. Par ce calcul ne pourrions-nous pas approcher de la quantité d'air néceſſaire pour une telle quantité de phlogiſtique, appliqué à une telle quantité de mine de fer? Ou, ce qui eſt la même choſe, la mine connue par ſa quantité, ne pourroit-on pas déterminer la quantité de phlogiſtique & d'air, néceſſaire pour la mettre en fuſion? Ou bien, la quantité du phlogiſtique connue, feroit-il ſi difficile d'indiquer la quantité d'air & de mine, relative à celle du phlogiſtique pour faire fondre cette quantité de mine? Toutes ces queſtions ſuppoſent que la machine qui les contient, (c'eſt le nom que *Boerhaave* a donné aux fourneaux), fût de la forme la plus convenable, pour appliquer le plus utilement l'action de l'air & du phlogiſtique; mais avant, nous devons voir ce que, dans le travail actuel, on dépenſe de phlogiſtique pour une quantité de mine déterminée; ou ce qui eſt la même choſe, nous devons trouver combien on employe d'aliment, ce qui eſt le troiſieme moyen de l'art du feu, & l'objet de notre troiſieme Section.

Avant que d'y paſſer, nous devons faire remarquer que l'air qui, ainſi que l'eau, ne doit peut-être ſa fluidité qu'aux particules du feu, eſt ſi néceſſaire

néceſſaire pour avoir du feu, qu'on pourroit dire que cet élément ne tire ſa force que du mouvement qui naît de ſon mêlange avec l'air. Ne pourroit-on pas dire que l'air n'anime pas le feu ſeulement par ſes parties propres, mais qu'il augmente encore ſon aliment par les corps qu'il y porte? L'air d'ailleurs eſt dilaté par la chaleur; & ſon élaſticité, qui ne vient peut-être en grande partie, que des particules d'eau dont il eſt chargé, en eſt augmentée proportionnellement. *Gellert* nous apprend, qu'au degré de l'eau bouillante, l'air eſt dilaté d'un tiers de ſon volume, & que pour lors ſon élaſticité eſt à la peſanteur de l'atmoſphere comme 10 eſt à 33. *Amontons* l'avoit trouvé de même. Quelques-uns ont eſtimé qu'il pouvoit occuper un eſpace quatre mille fois plus grand. *Boyle* va juſqu'à 13979. Mais comment évaluer ſa dilatation dans un fourneau de fuſion? Introduit avec force par le bas, paſſant au travers d'une très-grande quantité de matieres enflammées de différents volumes, repouſſé par les corps intérieurs & les environnants, quelle action doit en réſulter dans un vuide! Quelle rapidité dans un courant rétréci par la diſpoſition des matieres! Comment oſer lui fermer toute iſſue? N'y auroit-il pas des effets terribles à en craindre, comme nous l'éprouvons dans ces exploſions épouvantables qui font jetter quelquefois au loin toutes les matieres qu'un fourneau contenoit? On ne peut attribuer cet accident qu'à la grande raréfaction de l'eau que l'air entraîne avec lui, lorſque quelques matieres attachées dans un fourneau, lui ferment tout paſſage. La machine de *Papin* & les pompes à feu nous montrent de quoi eſt capable cette raréfaction. Loin donc d'empêcher l'air de ſortir, ne doit-on pas plutôt lui ménager une iſſue? Mais quelles en doivent être les proportions? Juſqu'à préſent nous n'avons d'autre regle que ce que la conſtruction ordinaire des fourneaux a pu nous enſeigner.



EXPLICATION
DES PLANCHES DES SOUFFLETS.
PLANCHE I.

*F*IGURE 1. *ABCD* repréſente un ſoufflet de bois tout monté, & à peu-près autant ouvert qu'il le peut être.

AAA, deſſus du volant ou de la caiſſe ſupérieure.

AB, hauteur du volant vers le derriere : on voit que la ligne *ADB* eſt une portion d'ellipſe.

C, le boulon autour duquel tourne le volant quand il s'éleve ou s'abaiſſe.

DC, ligne ponctuée qui marque juſqu'où va dans le ſoufflet la caiſſe inférieure.

E, têtiere du ſoufflet. *F*, la buſe.

G, *H*, deux pieces de bois ſur leſquelles poſe le reſte de la charpente qui porte le ſoufflet.

I, *K*, deux aſſemblages de charpente ſur leſquels poſe le ſoufflet.

L L, groſſes pierres ou billots qui portent la têtiere.

MN, piece que les bras de l'arbre preſſent en *M* pour fermer le ſoufflet.

Fig. 2. *O O P P*, plan du deſſus du volant.

PP, le boulon autour duquel il tourne. *Q*, la têtiere.

R, *S Fig.* 13 montrent comment les pieces des angles ſont aſſemblées, ce que l'on voit encore en *ADB*.

Fig. 3. *TVY*, coupe de la caiſſe inférieure ; *T T*, fond de la caiſſe ; *V*, derriere de la caiſſe ; *XX*, liteau ou pluſieurs liteaux mis bout à bout ſur le bord de la caiſſe ; *YY*, mentonnets qui empêchent les liteaux de s'élever ; *Z Z*, porte-reſſorts ; *a*, têtiere ; *b b*, la buſe.

c c, *Fig.* 7, un des liteaux des côtés, entaillé en *cc*, afin qu'on puiſſe mettre chaque bout ſur un liteau entaillé de la même façon, mais renverſé ; *d*, porte-reſſort ; *e e*, reſſort qui tend à ſe fermer, & qui pouſſe le liteau *c c* ; *f*, l'endroit où le reſſort eſt attaché au porte-reſſort.

Des deux *Figures* 4 & 6, *h i k l m n o p*, l'une eſt le plan de la caiſſe inférieure, & l'autre la même caiſſe en perſpective. On a marqué les mêmes parties avec les mêmes lettres ; *h h*, les mentonnets ; *i i*, porte-reſſort des côtés ; *k k*, porte-reſſorts de derriere, dont les reſſorts, comme ceux des côtés, tendent à ſe fermer ; *l l*, reſſorts de derriere qui tendent à s'ouvrir ; *m m*, les deux ſoupapes ; *n n*, bandes de cuir qui ſervent de charniere aux ſoupapes ; *o*, bandes de cuir qui empêchent les ſoupapes de s'ouvrir trop ; *p*, traverſe revêtue de fer blanc qui arrête les étincelles ; *q*, endroit

où le fond du ſoufflet eſt revêtu de fer blanc; *r*, endroit où quelques-uns mettent des liteaux; *ſ*, la têtiere.

Fig. 5. *tt*, profil de la caiſſe inférieure, vû par-dehors.

Fig. 8. *uxx*, vers le haut de la planche, eſt un porte-reſſort avec ſon reſſort, un de ceux qui tendent à ſe fermer.

Fig. 9, *y*, le même porte-reſſort retourné.

Fig. 10, *z*, un mentonnet; 1, 2, les deux pieces dont le mentonnet eſt composé.

Fig. 11. 3, 4, vers le bas de la Planche, fait voir la diſpoſition des entailles des liteaux des bouts; 3, 4, ſont deux portions de ces liteaux; 5, le bord du ſoufflet ſur lequel ils poſent.

6, 6, porte-reſſorts ordinaires qui pouſſent ces liteaux vers le bout du ſoufflet.

7, 7, reſſorts qui tendent à s'ouvrir, & qui pouſſent les liteaux vers les côtés, dans les angles des ſoufflets. On a repréſenté les liteaux plus écartés qu'ils ne le ſont dans le ſoufflet, pour faire voir comment ils ſont entaillés.

Fig. 12. 9, 10, 11, 12, 13, eſt encore une portion des deux liteaux précédents, vûs hors de deſſus le bord du ſoufflet. 14, jonction de ces deux liteaux.

PLANCHE II.

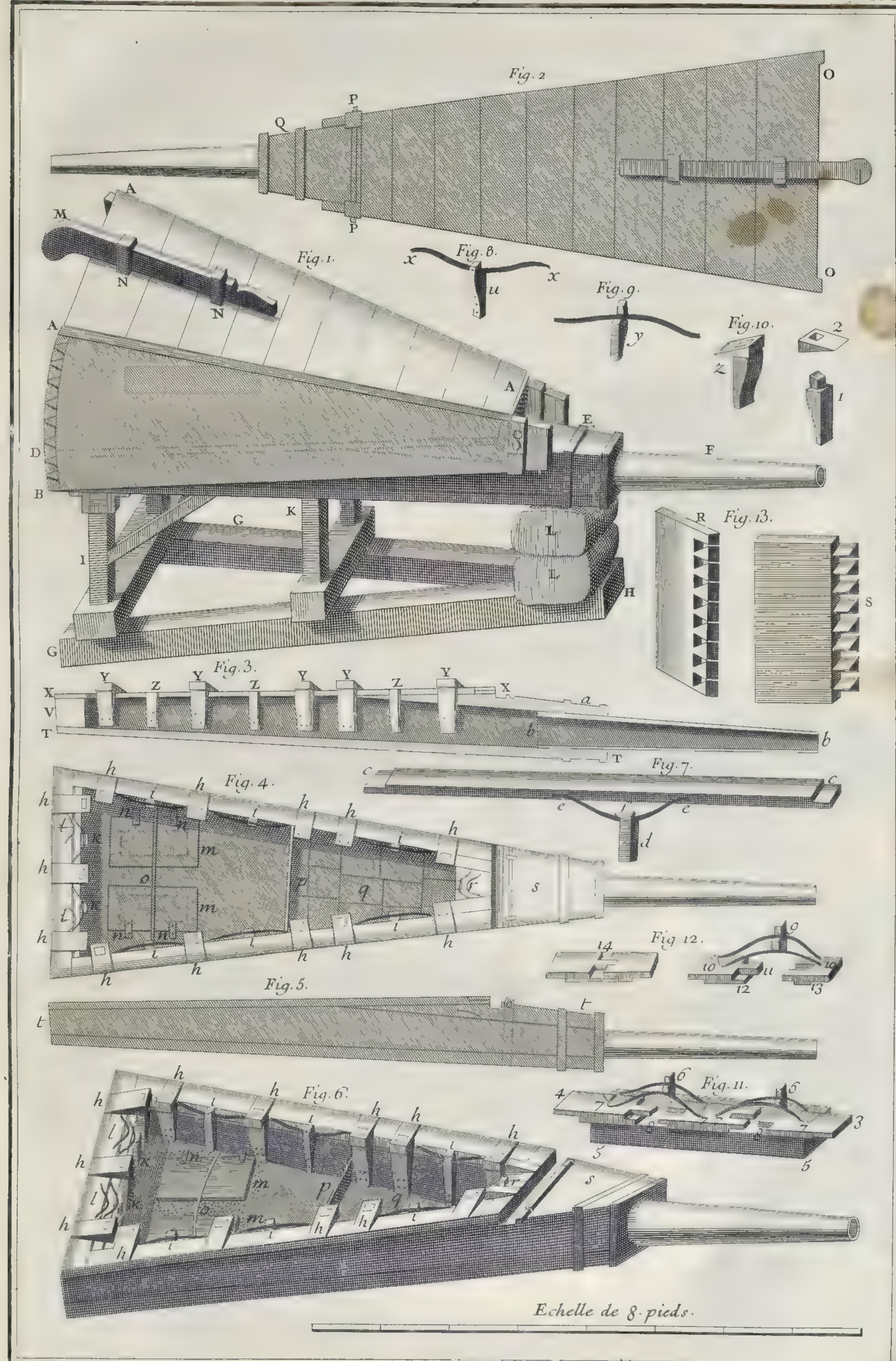
Haut de la Planche.

A eſt partie de la tuyere d'un fourneau; *B*, *B*, les ſoufflets; *C*, *C*, chaînes qui ſervent à élever les ſoufflets; *D*, *D*, pieces de fer auxquelles ſont attachées les deux chaînes d'un même ſoufflet; *E*, balancier qui éleve alternativement un ſoufflet; *F*, l'arbre auquel le balancier eſt ſuſpendu; *G G*, arbre des roues; *H*, *H*, rouet dont la circonférence eſt garnie d'un double rang de dents; *I*, bras de l'arbre qui abaiſſe un des ſoufflets; *K*, canal qui conduit l'eau dans l'eſpece de réſervoir; *L*, le réſervoir; *M*, roue de bois ſur laquelle tombe l'eau du réſervoir *L*; *N*, l'arbre de cette roue; *O*, lanterne portée par le même arbre. C'eſt cette lanterne qui fait tourner le rouet *H H*.

Bas de la Planche.

a a a, partie du toît qui recouvre le double harnois; *b b*, arbre qui eſt chargé du balancier *c*; *d d*, charpente qui porte l'arbre *b b*; *e e*, canal qui conduit l'eau dans une eſpece de réſervoir *f*; *g*, canal qui conduit l'eau ſur la roue qui produit tout le mouvement; *i i*, cette roue; *k*, ſon arbre; *l*, lanterne portée par le même arbre; *n n*, rouet mû par la lanterne précédente; *o o*, arbre de la lanterne; *p q*, dents de l'arbre du rouet qui abaiſſent alternativement un ſoufflet.

FIN DE LA IIe SECTION.


Fig. 1.
Fig. 2
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Echelle de 8. pieds.

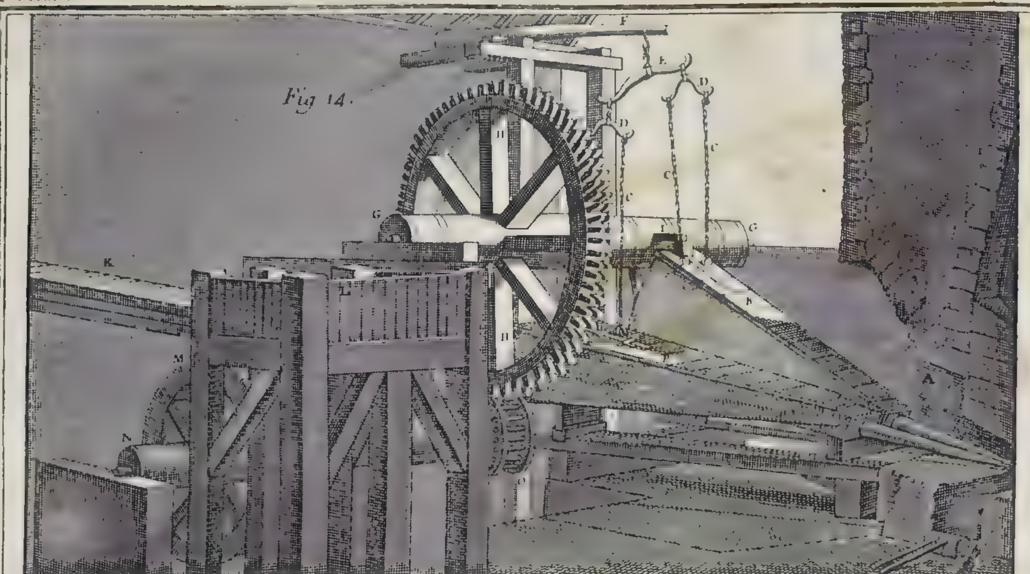


Fig 15.

Echelle de 6 pieds


Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 9.
Fig. 11
Fig. 12.
Fig. 14
Fig. 13.
Fig. 10.
Fig. 20.
Fig. 18.
Fig. 17.
Fig. 19.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.



ART DES FORGES *ET* FOURNEAUX A FER,

Par M. le Marquis DE COURTIVRON;

Et par M. BOUCHU, *Correspondant de l'Académie Royale des Sciences.*

TROISIEME SECTION.

Quatrieme Moyen de l'art du Feu appliqué au travail du Fer.

Cette Section & les deux premieres ont été dressées sur le plan, la révision, les retranchements, les corrections & les changements de M. le Marquis DE COURTIVRON, *par M.* BOUCHU *qui y a fait entrer une partie des différents Mémoires qu'il avoit précédemment adressés à M.* DE MALESHERBES, *Premier Président de la Cour des Aydes, en y joignant tout ce qui a été extrait des Papiers de M.* DE RÉAUMUR, *& toutes les Planches gravées que M. de Courtivron lui a communiqué.*

DES FOURNEAUX.

LA DÉFINITION que M. Devilliers nous a donnée d'un fourneau est si précise, si exacte & si convenable en particulier à notre travail, que nous ne pouvons mieux faire que de l'employer.

Un fourneau est un vaisseau au moyen duquel on peut tenir du feu, le gouverner & appliquer comme instrument, & quelquefois comme principe, aux corps qu'on veut changer par le feu; d'où il faut conclure que le meilleur fourneau sera celui qui sera capable de produire les effets qu'on en attend, autant de temps qu'on le voudra, avec toute l'égalité qu'on peut souhaiter, de façon qu'on puisse le gouverner aisément, le tout avec le moins de frais possible. Ce qui nous donne quatre conditions à remplir: la durée de la machine, l'égalité du produit, la facilité du gouvernement, la moindre dépense.

Quoiqu'il semble que Swedemborg se soit épuisé sur le nombre des fourneaux de fusion qu'il a cherché à décrire, & sur le détail de leurs différentes parties, nous croyons devoir multiplier ces objets de comparaison, d'autant plus à propos d'ailleurs, que nous profiterons de cette occasion pour mettre au jour les démarches que le Gouvernement a faites pour être instruit d'une matiere dont il a toujours senti l'importance; le concours de

MM. les Intendants à un projet ſi utile à la Nation, les ſoins de Meſſieurs de l'Académie à ſolliciter & recueillir des connoiſſances ſur le travail intérieur & étranger, dans la vue d'y porter la perfection; & les peines particulieres de M. de Réaumur, qui paroît avoir plus ſpécialement ſuivi & travaillé cette partie, comme il eſt amplement démontré par ce que nous avons tiré de ſes Papiers & de ſes Ouvrages dont nous avons beaucoup à employer ſur toutes les différentes branches du travail du fer. Ces objets de comparaiſon auront encore une utilité particuliere, en ce qu'il y en a qui traitent des parties dont Swedemborg a parlé, & on ſera à portée de juger les Obſervateurs François & Etrangers. Tant de circonſtances & de travaux réunis prouvent bien la difficulté & l'importance de la matiere.

Les différents travaux par leſquels il faut faire paſſer la mine pour ſe procurer du fer, annoncent d'ailleurs deux difficultés en quelque façon étrangeres au travail actuel, mais dont la ſolution, ſi elle eſt poſſible, ne laiſſeroit pas que d'y jetter de la lumiere: La premiere, comment on a pu d'abord s'en procurer; la ſeconde, par quel degré on a pouſſé le travail juſqu'au point où il eſt aujourd'hui.

Nous donnerons nos conjectures ſur la premiere, & nous ferons voir que la ſeconde difficulté eſt la ſource des différences que nous remarquons dans les fourneaux de fuſion, d'où l'on pourra conclure d'une part, que quoique tous ayent le même but & certaines choſes dans leſquelles ils ſont ſemblables; d'autre part, que les préjugés, l'habitude, la dépenſe des mutations néceſſaires, peut-être même certaines formalités de la part de nos Loix, comme nous le prouverons ailleurs, forment un obſtacle prodigieux à la perfection du travail.

Les fourneaux pouvant remplir deux objets différents à beaucoup d'égards, celui de ſe procurer ſimplement du fer, & celui de ſe procurer des choſes moulées, nous avons cru devoir les traiter ſéparément. Pour ſuivre quelque ordre dans notre travail, nous le diviſerons en quatre Parties.

La premiere rapportera les différentes parties de conſtruction & travail d'un fourneau, avec l'examen de quelques autres fourneaux tant François qu'Etrangers, pour achever de former le tableau du travail actuel, en le comparant à ce qu'en dit Swedemborg.

La ſeconde, les conjectures ſur les premieres connoiſſances du fer, & l'accroiſſement de ſon travail.

La troiſieme, les moyens employés pour remplir les quatre conditions eſſentielles à la bonté d'un fourneau à fondre la mine du fer.

La quatrieme traitera des fontes moulées.

PREMIERE PARTIE.

De la Conſtruction des Fourneaux, & de la maniere dont on y fond la Mine en Berry & en Nivernois.

Mémoire tiré de M. de Réaumur [a].

Pour tirer le fer de la mine, il ne s'agit que de raſſembler les grains ferrugineux qui y ſont diſtribués, de les débarraſſer de la terre, ou des autres corps étrangers avec leſquels il ſont mêlés, & de les lier tous enſemble; c'eſt ce qui ſe fait par le moyen de la fuſion. La méchanique en eſt auſſi ſimple que commode; la mine fondue devient un liquide compoſé de parties inégalement peſantes, ou plutôt elle forme deux liquides de différentes peſanteurs: l'un n'eſt fait que de parties terreuſes fondues; comme plus léger, il prend le deſſus: l'autre contient des parties métalliques, & quelques parties terreuſes qui y reſtent mêlées; il prend le deſſous: à meſure que les grains de mine ſe fondent, cette ſéparation ne manque pas de ſe faire. La fluidité qu'acquierent les parties de poids différentes, les met en état d'aller occuper la place vers laquelle elles ſont pouſſées par l'excès de leur peſanteur; il ne reſte donc qu'à tirer ſéparément du fourneau ces deux fluides; mais avant de voir comment cela s'exécute, nous devons connoître la conſtruction des fourneaux. Quoiqu'il y ait bien des variétés dans la conſtruction des fourneaux, ils ſe reſſemblent tous dans l'eſſentiel; & comme l'imagination a beſoin d'avoir à quoi ſe tenir, nous en décrirons un en particulier, dont nous déterminerons les meſures & les proportions; nous ne laiſſerons pas d'avertir en paſſant, de ce que les proportions ont quelquefois de différent dans d'autres fourneaux; nous en dirons les variétés autant que nous croirons le pouvoir, ſans faire perdre de vue l'objet principal. Nous ne nous arrêterons néanmoins qu'aux meſures les plus néceſſaires; les Planches & leur explication ſatisferont ceux qui auront beſoin d'une inſtruction plus détaillée.

Les choſes néceſſaires à un fourneau indiquent le lieu où il doit être conſtruit. Ce ne ſeroit pas aſſez que les minieres en fuſſent proches, il n'eſt pas moins eſſentiel que le bois y ſoit commun. Un fourneau en fait une conſommation très-conſidérable, comme on le verra mieux dans la ſuite. Nous dirons ſeulement en paſſant, que ſelon des Mémoires envoyés à M. de Pontchartrain, chaque fourneau de Hainault en brûle par an 5000 cordes.

La mine ne ſe fond qu'avec le charbon de bois [b]. Lorſqu'on a ceſſé de faire du fer dans quelques endroits du Royaume, ç'a preſque toujours été faute de bois.

[a] Il eſt probable que le Fourneau qu'il décrit eſt celui de Groſſouvre.

[b] On a tenté en France d'y employer le charbon de terre: les expériences n'ont pas réuſſi, faute ſans doute d'avoir donné au charbon la préparation qu'on lui donne en Angleterre par un grillage qui diſſipe en partie le ſoufre.

L'eau eſt auſſi abſolument néceſſaire à un fourneau; elle eſt le moteur qu'on emploie pour entretenir le mouvement des ſoufflets; c'eſt un moteur conſtant & qui ne coûte rien. Elle engage à conſtruire les fourneaux dans des fonds. On les place le plus bas qu'il eſt poſſible. Il eſt avantageux d'avoir une chûte d'eau à conduire ſur les roues.

En général, tout fourneau (*Pl. I. fig.* 1 & 2.) eſt une groſſe maſſe de maçonnerie, de figure à peu-près quarrée, je veux dire qu'elle a quatre faces à peu-près également larges; leur largeur eſt d'environ 20 pieds; leur hauteur en a quelquefois 25 & davantage.

Les quatre faces du fourneau (*Pl. I, fig.* 5) ne ſont pas entiérement ſemblables. Elles ſervent à des uſages différents. Elles portent auſſi les noms pris de ces uſages. Il nous ſeroit mal-aiſé de nous exprimer, ſi nous n'avions expliqué ces noms. Ils nous épargneront de longues phraſes. On appelle, & nous appellerons *le devant du fourneau* ou *le côté de la Dame* *S M* (*fig.* 5.) celle des faces par où ſort la matiere en fuſion, lorſqu'on lui a donné iſſue hors du fourneau *S T*. Si on la nomme *côté de la Dame*, c'eſt qu'il y a du même côté une piece de fonte *M*, appellée *Dame*, au-deſſus de laquelle paſſe la matiere que l'on ſépare du fer, comme on le voit (*Pl. I, fig.* 1, 2 & 3).

Le côté *Q* (*Pl. I, fig.* 5) oppoſé à celui de la Dame, eſt le côté par où on porte la mine, comme le fait la figure 2 (*Pl. I,*) dans le fourneau; on le nomme *pied de Ruſtine*, ou *côté de pied de Ruſtine*, plus ſimplement *Ruſtine*.

On ſait, quoique nous ne l'ayions pas dit encore, que l'on y entretient le feu par le moyen de l'air que pouſſent des ſoufflets. Le côté *N* (*Pl. I, fig.* 5) où ſont placés ces ſoufflets, eſt nommé *le côté de la Thuyere*, parce qu'on appelle *Thuyere* l'ouverture *O* du fourneau dans laquelle ils ſoufflent. Enfin la face *P* oppoſée à celle des ſoufflets, eſt appellé *le Contrevent*.

La maçonnerie *A A*, *C C*, (*fig.* 1 & 2) compriſe entre ces quatre faces, n'eſt bâtie que pour entourer l'eſpace vuide qui en occupe le milieu. Cet eſpace eſt en même-temps le creuſet, le foyer & la cheminée du fourneau. Sa capacité *I I*, *G G*, *E* n'eſt pas conſidérable par rapport à la grandeur de la maſſe qui l'entoure; mais cette maſſe a à ſoutenir la plus violente action du feu. Elle n'y réſiſteroit pas long-temps, ſi elle étoit moins épaiſſe.

L'eſpace que nous prenons pour le creuſet, le foyer & la cheminée du fourneau, n'a pas autant de hauteur que les faces du fourneau. Il n'a ſouvent que 21 pieds au-deſſus du rais-de-chauſſée de *L* en *E* (*fig.* 1); & c'eſt-là, à proprement parler, la hauteur du fourneau, ou, ſi l'on veut même, elle eſt moindre encore de trois pieds de *L* en *F*. Le maſſif, le ſolide de la maçonnerie n'a qu'à peu-près 18 à 19 pieds de haut. Le reſte conſiſte en quatre murs *A A*, *D D*, d'épaiſſeur médiocre, qui renferment

une

une plate-forme *FF*. Ces murs ſont nommés *les Batailles du fourneau ;* on monte ſur la plate-forme qu'ils renferment, lorſqu'on veut jetter la mine ou le charbon dans le fourneau, comme on le voit à la figure 2 ; car ici on jette les matieres combuſtibles & fuſibles par le haut de la cheminée.

L'eſpece de cheminée dont nous parlons, n'eſt élevée au-deſſus de la plate-forme, que d'environ deux pieds huit pouces *G E*. Son ouverture *E*, eſt appellée *le Gueulard ;* elle eſt rectangle, comme on le voit à la figure 3 ; deux de ſes côtés ont chacun à peu-près 18 pouces, & les deux autres ont chacun plus de deux pieds. La maçonnerie *G G* qui forme cette eſpece de cheminée, eſt appellée *la petite Maſſe, la Buze*. Ses murs ont environ deux pieds neuf à dix pouces d'épaiſſeur ; un de ceux d'un des bouts *X* (*fig.* 1) a une embraſure de neuf pouces de profondenr, & de telle largeur qu'un homme peut s'y placer. Celui qui porte la mine ou le charbon (*Pl. I, fig.* 2) au fourneau, entre dans cette embraſure pour jetter les matieres plus commodément dans le gueulard, ou dans l'ouverture de la petite maſſe, ou *buze*.

Quoiqu'extérieurement la petite maſſe ſoit rectangle, & que ſon ouverture ou le gueulard ſoit auſſi rectangle intérieurement, la petite maſſe eſt à huit pans. Ce qui rend l'ouverture du gueulard rectangle, ce ſont quatre plaques, ou, en langage de l'art, quatre *taques* de fonte poſées ſur la ſurface ſupérieure de la maçonnerie de la petite maſſe, depuis le gueulard juſqu'à 13 pieds au-delà de *E* en *I I*. Le vuide du fourneau va inſenſiblement en s'élargiſſant; les murs qui le renferment ſont toujours à huit pans. C'eſt ce qu'on peut voir dans les coupes horizontales (*fig.* 3 & 4.) La premiere eſt faite à l'origine de la petite maſſe, & la ſeconde à 13 pieds du gueulard. On y voit que l'eſpace renfermé par les murs de la derniere, eſt beaucoup plus grand que l'eſpace renfermé par les murs de la premiere. Tout cet eſpace, qui eſt depuis le gueulard juſqu'à environ 13 pieds de diſtance, s'appelle, en divers endroits, *la charge du fourneau ;* les murs qui en forment le contour ſont faits de briques en quelques pays, & dans d'autres, de pierres qui réſiſtent au feu.

Mais depuis la charge, ou depuis les 13 pieds *I I*, juſqu'au bas du fourneau *L*, (*fig.* 1 & 2), le vuide ſe rétrecit inſenſiblement, de ſorte que l'intérieur du fourneau reſſemble en quelque façon à deux entonnoirs, dont le ſupérieur eſt renverſé ſur l'inférieur. Pour continuer, & nous ſervir de la comparaiſon de deux entonnoirs, l'inférieur *I L* n'a que huit pieds de hauteur ou environ ; il n'a plus, à ſon extrémité, que quatre pans, comme on peut le remarquer à la coupe horizontale (*fig.* 5) ; elle eſt priſe vers le milieu de la thuyere.

Le ſecond entonnoir n'eſt pas conſtruit de la même maniere dans toute ſa longueur ; il y porte auſſi deux noms différents. Sa partie ſupérieure *K I*

(*fig.* 1 & 2) eſt nommée l'*Etalage*. Elle a environ 3 pied de hauteur : elle eſt faite de ſable. Depuis l'origine *K* de l'étalage juſqu'au fond *L* du du fourneau, le reſte de l'eſpace eſt appellé *l'Ouvrage* ; auſſi les Fondeurs, c'eſt-à-dire, ceux qui veillent à la fonte du fer, le regardent-ils comme l'ouvrage par excellence. C'eſt le leur : ils prétendent que l'art de le faire eſt un grand ſecret qui leur eſt réſervé. L'art n'eſt pourtant pas dans la difficulté d'en bâtir la maçonnerie, puiſque les parois de l'ouvrage *L K* ne ſont compoſées que de pierres plates, aſſiſes les unes ſur les autres, ſans être liées ni par la chaux, ni par le ſable, ni par la terre. La chaux ni le ſable ne réſiſteroient pas à la chaleur terrible qu'il y a dans l'ouvrage. L'ouvrage *K L* eſt le creuſet qui contient la matiere en fuſion. Le fond de l'ouvrage *L* eſt fait ſouvent d'une ſeule pierre, & c'eſt le mieux ; quelquefois il y en a deux ou trois. Les deux premieres qui ſont poſées ſur le fond, dont l'une eſt du côté de la thuyere, & l'autre du côté oppoſé, ou du côté du contrevent, ont leur nom particulier ; on les appelle *les Coſtieres*.

Il en eſt de la hauteur de l'ouvrage comme de ſon fond ; elle doit être compoſée avec le moins de pierres qu'il eſt poſſible : quelquefois elle n'en a que trois ou quatre ; quelquefois elle en a davantage. Il eſt bien certain que moins il y a de pierres différentes dans l'ouvrage, & plus il eſt durable. Les joints offrent des routes au feu, qui s'inſinuant alors entre les pierres, les conſume plus vîte.

En général, la qualité eſſentielle aux pierres d'ouvrage, c'eſt de bien réſiſter au feu. Les pierres qui ſe fondent comme les cailloux, ne vaudroient abſolument rien ; celles qui ſe calcinent comme les pierres à chaux, ne ſeroient pas meilleures. Souvent on eſt obligé d'aller chercher fort loin du fourneau les pierres propres à l'ouvrage : quoiqu'elles coûtent, il faut en avoir. Dans le Berry & dans le Nivernois, on en employe de deux eſpeces. L'une eſt rouge comme de la brique ; l'autre eſt d'un blanc ſale. Celle-ci a quantité de veines jaunâtres. Dans l'une & dans l'autre, on rencontre divers grains de gros ſable. Ces grains ne compoſent néanmoins que la plus petite partie de la pierre ; le reſte n'eſt pas formé de grains ſenſibles aux yeux même armés d'un microſcope ordinaire ; mais un bon microſcope y fait appercevoir de petits chapelets de grains extrêmement déliés tous ronds ou oblongs, & d'une très-grande tranſparence. Ces grains ſont, ſans doute, un ſable très-fin & très-blanc. Ils ne font qu'une petite partie de la maſſe de la pierre ; ils rempliſſent peut-être les vuides qui ſe ſont trouvés dans la vraie matiere de cette pierre.

La poſition de la thuyere, ou, comme nous l'avons dit, la poſition de l'ouverture qui donne paſſage au vent des ſoufflets, eſt regardée comme une des choſes des plus importantes de l'ouvrage. Lorſque cette ouverture eſt trop baſſe, le vent n'agit pas aſſez ſur les charbons, & lorſqu'elle eſt

trop haute, la grande ardeur du feu eſt trop éloignée de l'endroit où la mine eſt en fuſion; cependant il n'y a encore rien d'aſſez déterminé ſur la hauteur où on la place. Dans le Berry, nous avons vu des fourneaux où elle eſt à 18 pouces du fond, d'autres où elle n'en eſt qu'à 17, & d'autres où elle en eſt éloignée de 25.

Au reſte, comme l'ouvrage ne dure pas à beaucoup près autant que le fourneau, (car on eſt obligé de le faire en certains endroits tous les trois à quatre mois; dans d'autres tous les ſix mois, & dans d'autres plus rarement), on change la thuyere dans le nouvel ouvrage, on la hauſſe, ou on la baiſſe, ſuivant qu'on le juge à propos.

Les parois de l'eſpace vuide qui eſt au milieu du fourneau, ſont donc bâties de trois manieres différentes. Le bas ou l'ouvrage de *L* en *K* (*fig.* 2), eſt fait de groſſes pierres aſſiſes les unes ſur les autres; l'étalage de *K* en *I*, ou l'endroit où le fourneau a le plus de largeur, eſt de ſable bien battu; & enfin ce qui reſte depuis l'étalage juſqu'au gueulard, de *I* en *E* (*fig.* 1), c'eſt-à-dire, ce que les Ouvriers nomment *les parois*, & qui eſt la cheminée, eſt bâti de briques ou de grès. La partie ſupérieure des parois *GG*, c'eſt-à-dire, celle qui répond à l'origine de la petite maſſe, de *la Buze*, eſt nommée *les guides-hors*.

Mais il eſt à remarquer que la brique ou les pierres ne ſont point jointes enſemble avec de la chaux & du ſable; elles ne ſont liées qu'avec de la terre. La terre franche réſiſte beaucoup mieux au feu que la chaux & le ſable; auſſi n'en employe-t-on de l'un ou de l'autre dans la maçonnerie, qu'à deux pieds de diſtance de l'intérieur du fourneau.

Si l'on fait l'étalage avec du ſable, ce n'eſt pas qu'on ne pût le conſtruire de pierre telle que celle de l'ouvrage; mais ſa conſtruction ſeroit beaucoup plus chere, & ne vaudroit pas mieux. Tout ce qu'on a en vue, c'eſt de défendre les murs du fourneau contre la violente action du feu; ils en ont ſur-tout beſoin depuis le fond du fourneau juſqu'à quelques pieds au-deſſus de la thuyere; c'eſt-là où la chaleur eſt la plus ardente; or le ſable dont on fait l'étalage eſt un ſable qui reſiſte auſſi bien au feu que les pierres de l'ouvrage, & qui n'a pas beſoin d'être employé avec la chaux; quand il eſt bien battu, bien preſſé, il reſte dans l'état où on l'a mis; il eſt aſſis ſur le bout ſupérieur du mur de l'ouvrage en *K* 1 & 2; le grand talus de *K* en *I* qu'on donne à l'étalage fait que ce ſable ſe ſoutient aiſément. Nous avons vu quantité de fourneaux dont l'ouvrage étoit entiérement ruiné, où il ne paroiſſoit aucune altération dans l'étalage; la chaleur même avoit lié les grains de ſable les uns avec les autres. Il a environ deux pieds d'épaiſſeur.

Lorſqu'il reſte quelque eſpace vuide entre les pierres de l'ouvrage & la maçonnerie du fourneau, on les remplit du même ſable dont on forme l'étalage. Il y a même des endroits où l'uſage eſt de mettre une ceinture

de ſable épaiſſe de pluſieurs pouces entre l'ouvrage & la maçonnerie. Quoique ce ſable réſiſte bien au feu, il n'eſt pas étonnant qu'on ne puiſſe l'employer à former l'ouvrage ; il ne réſiſteroit pas à la matiere en fuſion qui y eſt contenue ; le ſable, quelque battu qu'il ſoit, fait toujours une maſſe poreuſe ; la matiere fondue s'y inſinueroit aiſément ; elle l'entraîneroit, & dans peu elle ruineroit tout : mais la matiere en fuſion ne va jamais juſqu'à l'étalage ; il n'y a que la flamme du charbon.

On demandera peut-être pourquoi l'on donne au creux du fourneau la figure d'un double entonnoir : on auroit peine à en tirer une bonne raiſon des ouvriers ; cependant il y a apparence qu'avant de lui donner cette figure, on lui en a donné pluſieurs autres qui ont été trouvées moins commodes, & il paroît que celle-ci eſt fort bonne. On voit que de cette conſtruction où l'ouverture ſupérieure eſt plus étroite que ne l'eſt le fourneau vers l'étalage, il eſt clair que la chaleur du feu s'en diſſipe moins ; que les parois réfléchiſſent vers la mine une partie du feu qui s'éleveroit, ſi le creux étoit par-tout d'une égale largeur. Il ſemble néanmoins que l'on feroit encore mieux de donner une circonférence ronde au contour des parois ; le feu y agiroit également par-tout ; il ne les uſeroit pas plus dans un endroit que dans un autre.

Si l'entonnoir qui forme l'ouvrage & l'étage, eſt placé dans un ſens contraire, une autre raiſon y a apparemment déterminé ; il falloit de la largeur vers l'étalage pour contenir le charbon & la mine qui fourniſſent continuellement le foyer ; car le vrai foyer eſt à peu-près à la hauteur de la thuyere ; enfin, il eſt à propos que l'ouvrage qui, comme le creuſet, contient la matiere en fuſion, ſoit plus étroit par en bas que par haut. Quand le fourneau eſt en train, on ne tire jamais à la fois qu'une partie de la matiere liquide qui y eſt contenue. On y laiſſe le reſte pour faciliter la fuſion de la nouvelle mine ; car plus cette partie eſt étroite, moins on eſt obligé de laiſſer de fer fondu dans le fourneau, pour qu'il y en ait juſqu'à une certaine hauteur.

Il ſeroit plus mal-aiſé de rendre une bonne raiſon de ce que l'on ne donne que quatre pans à l'ouvrage pendant que le deſſus de l'étalage en a huit. Il y a même lieu de croire qu'on ne ſauroit trop multiplier le nombre de ſes faces, ou, ce qui eſt la même choſe, qu'on ne ſauroit trop diminuer la profondeur de ſes angles. La matiere en fuſion attaqueroit les pierres plus uniformément ; le vent circuleroit avec plus de facilité dans tous les recoins, & la chaleur ſeroit plus égale par-tout ; les déſordres qui arrivent aux fourneaux par une matiere fondue qui ſe fige, ſeroient plus rares ; la figure d'un cône tronqué ſemble celle qui conviendroit le mieux, & le mieux encore ſeroit que ce cône eût pour baſe une eſpece d'ellipſe plus ouverte à un des bouts de ſon grand axe qu'à l'autre, ſemblable au-deſſus d'une raquette.

L'endroit

L'endroit le moins ouvert devroit être du côté de la thuyere ; c'eſt l'endroit où il y a le moins de chaleur, & où il conviendroit par conſéquent que le creuſet fût moins large : mais malheureuſement les Fondeurs, qui ſont ceux qui bâtiſſent l'ouvrage, ſont mauvais Maçons & mauvais Tailleurs de pierres. S'ils font l'ouvrage à quatre pans, c'eſt qu'il eſt plus aiſé à faire. Il y a pourtant quelques ouvrages dans le Royaume, comme ſont ceux des fourneaux de S. Gervais en Dauphiné, à qui on en donne huit ; mais ils ſont très-rares.

M. de Bezons aſſure avoir vu en Franche-Comté des ouvrages, dont la coupe horizontale étoit un ovale, différent néanmoins de celui que nous propoſons ; mais ces fourneaux ſont rares. Ceux du même pays, dont M. le Guerchois, alors Intendant de la Province, nous a envoyé les deſſeins, ont leur ouvrage à quatre pans.

L'endroit *L* (*fig.* 1 & 2), qui eſt immédiatement au-deſſus de l'ouvrage, ne porte point ſur la terre ; on craindroit que l'humidité ne pénétrât juſqu'à l'ouvrage. La baſe en cet endroit eſt ſoutenue par une voûte *Q*, ou par une très-grande pierre. Les figures de coupes verticales le font aſſez entendre.

Dans la plûpart des fourneaux, cette voûte forme une eſpece de canal qui occupe tout le deſſus de la maçonnerie. Un de ſes bouts eſt ouvert ; il donne iſſue à l'eau qui pourroit s'y aſſembler ; la chaleur du fourneau la fait ſortir continuellement en vapeurs. Dans quelques fourneaux la voûte n'occupe que le deſſous de l'ouvrage ; mais il y a un tuyau de fer *K H* (*Pl. IV*, *fig. I*), dont un des bouts eſt dans le vuide de la voûte, & dont l'autre bout eſt en dehors vers le devant du fourneau ; il a deux ou trois pieds de hauteur. La vapeur ſort par ce tuyau de deſſous le fourneau, c'eſt une eſpece d'éolipyle.

Quelque ſolide que ſoit la maçonnerie qui forme le fourneau, on craint qu'elle ne réſiſte pas, & qu'elle ne s'entr'ouve conſidérablement quelque part : pour la contenir, on l'entoure de trois ou quatre liens de bois *D D* (*Pl. III*, *fig. I*), & *R R* (*Pl. I*), poſés les uns ſur les autres : chaque lien a environ un pied d'équarriſſage : ces liens aſſemblés forment trois ou quatre chaſſis ; ils ſont ſoutenus horizontalement par des pierres qui ſortent extérieurement de la maſſe du fourneau : le plus haut des chaſſis eſt à peu-près à la hauteur de l'origine de la petite maſſe.

Malgré néanmoins toute la ſolidité de la maſſe, malgré ces ſortes de liens, il n'y a preſque point de fourneau nouvellement bâti qui réſiſte à l'action du feu ; ils s'entr'ouvrent quelque part les premieres fois qu'on y fond la mine, de ſorte qu'il n'y a gueres de fourneau qui n'ait des fentes dans quelques-unes de ſes faces ; mais ces fentes ne les empêchent pas de durer 100 ans & plus.

Nous avons juſqu'ici regardé tout l'ouvrage ou le creuſet, comme s'il étoit entiérement formé d'une pierre dure ; mais ſi cela étoit, par où donneroit-on

iſſue au fer fondu & à la matiere qu'on en ſépare ? Pour donner un écoulement à ces deux liquides, une partie de l'ouvrage *C D E I* (*Pl. II*), n'eſt bouchée qu'avec une piece de fonte *Q* à côté de la figure principale, & cachée ſous *F F*, & avec de la terre *I*. Ce qui eſt bouché avec de la terre, ne l'eſt pas bien ſolidement; mais auſſi on le raccommode ſans peine, & on a beſoin de le réparer au moins une fois par jour.

C'eſt dans la face du devant du fourneau, qu'eſt placée l'ouverture *D I*, bouchée d'une maniere ſi ſolide : cette ouverture eſt préciſément au milieu de la face : elle eſt rectangle & ſemblable à une ouverture de porte; auſſi eſt-elle en quelque façon la porte du fourneau : elle va à peu-près depuis le fond de l'ouvrage juſqu'à 15 ou 16 pouces de hauteur : ſa largeur eſt de 17 à 18 pouces : les deux côtés de cette ouverture ſont marqués par deux pieces de fonte *C C*, poſées verticalement : on les nomme *Bouſtas*, & le deſſus de la même ouverture eſt une gueuſe : c'eſt par cette ouverture qu'on entre dans l'ouvrage lorſqu'on le bâtit, & lorſqu'on a à y travailler.

Une partie de cette ouverture eſt bouchée par la *Dame Q*. La dame eſt une piece de fonte d'une longueur à peu-près égale à l'épaiſſeur des parois de l'ouvrage; ſa hauteur eſt de huit à neuf pouces; la baſe en a douze de largeur; elle eſt plate, mais le deſſus de la dame eſt arrondi. Sur la dame il y a deux barres de fonte *R R*, larges chacune de quelques pouces, & longues de deux pieds & demi ou trois pieds : on les appelle les *Gentilshommes*. Ils ſont placés l'un auprès de l'autre; il n'y a qu'un de leurs bouts qui porte ſur la dame; l'autre bout s'appuie à terre en dehors du fourneau : ils ne ſervent qu'à donner une pente douce à la matiere inutile qui ſort de l'ouvrage. La dame ne bouche que la plus petite partie de l'ouverture *D I*; ce qui en reſte à la hauteur de la dame en *I* & au-deſſus en *D*, eſt rempli avec de la terre. On perce cette terre en *I*, près du bas de la dame, lorſqu'on veut donner un écoulement au fer fondu; on défait même de temps en temps la terre qui eſt au-deſſus de la dame, pour nettoyer le dedans du fourneau, ſans pourtant en éteindre le feu.

Devant le fourneau, vignette de la deuxieme Planche, il y a un appentis qui a au moins 20 pieds de longueur & autant de largeur; c'eſt une eſpece de chambre qui donne le couvert aux Ouvriers qui ſont occupés à veiller à la fuſion de la mine. Le toît *d* de cette appentis commence fort près de l'extrémité ſupérieure de la face du fourneau. En dehors du fourneau, il y a encore un autre appentis qui ſouvent communique avec le précédent; il met les ſoufflets à l'abri des injures de l'air; d'où il ſuit que cet appentis eſt appuyé contre la face du fourneau que nous avons nommée *face de la thuyere*.

L'ouverture de la thuyere (*Pl. I*, *fig.* 2 & 5), en dedans de l'ouvrage, n'eſt pas conſidérable : elle n'a que quelques pouces de diametre; mais

elle eſt fort grande en dehors ; elle y forme une vaſte embraſure : on en verra les raiſons dans la ſuite.

Nous avons averti que la néceſſité de profiter de l'eau, engageoit à bâtir les fourneaux dans les fonds : il eſt commode, comme on le voit à la Vignette de la Planche II, qu'auprès du fond où le fourneau eſt placé, il y ait un terrein plus haut de 12 ou 15 pieds que le bas de l'ouvrage, & ſur-tout ſi ce terrein eſt tel que l'on y puiſſe bâtir une halle *P*, ou un hangar : la halle eſt néceſſaire pour loger le charbon que le fourneau conſomme. Il faut qu'elle ſoit ſpacieuſe : on en jugera par la quantité de charbon qui s'y brûle en un an. La longueur de cette halle eſt ordinairement parallele à la face de *Ruſtine*, ou à la face par où on porte la matiere dans le fourneau. Il y a un petit pont de bois qui joint le terrein de la halle avec la plate-forme qui eſt au-deſſus du fourneau, ou, plus exactement, qui eſt à la naiſſance de la petite maſſe.

Il y a un fourneau en Berry, auprès du faux Morigny, où l'on n'a pas pu placer ainſi la halle : elle eſt dans un endroit aſſez bas & auprès du côté nommé *contrevent* : cette mauvaiſe diſpoſition de la halle oblige à faire une fois preſque plus de dépenſe pour charger ce fourneau, qu'on n'en fait pour charger les autres.

Les ſoufflets pouſſent continuellement de l'air dans le fourneau par l'ouverture de la thuyere : les Planches expliquent aſſez les machines qui les fonts mouvoir. Pour voir comment le fer ſe ſépare, ſuppoſons non-ſeulement que les ſoufflets agiſſent, mais même que le feu eſt actuellement dans le fourneau ; que le vent des ſoufflets l'entretient, & que l'extrême chaleur de ce braſier a déja fondu une certaine quantité de mine : nous examinerons enſuite comme la nouvelle mine ſe fondra.

Tout ce qui compoſoit la mine, terre, fer, &c. eſt devenu un liquide ; ce liquide deſcend juſqu'au fond du fourneau ; il y occupe plus ou moins de hauteur, ſuivant qu'il y a eu plus ou moins de mine fondue ; mais on ne le laiſſe jamais s'élever juſqu'à la thuyere : on en voit aſſez les raiſons. Les matieres qui compoſoient la mine étant de peſanteurs différentes, elles compoſent auſſi, comme nous l'avons déja dit, deux liquides de peſanteur différente : l'un, qui eſt les plus léger, eſt compoſé de terre, de pierre & des autres parties étrangeres au fer ; il prend le deſſus : l'autre eſt le fer fondu, ou le fer mêlé avec les parties le plus peſantes du liquide précédent : car ces deux liquides ne ſe ſéparent pas de telle ſorte qu'ils ne reſtent un peu mêlés. Le fer liquéfié, ou, ſi l'on veut, le fer mêlé avec une partie du liquide fourni par les matieres étrangeres, occupe le fond de l'ouvrage. Nous donnerons à ce fer le nom de *fonte* avec les ouvriers : ſur cette fonte ſurnage le liquide plus léger ; & enfin ſur ce liquide ſont poſés les charbons & la mine prête à fondre.

A chaque instant le charbon se consume, de nouvelle mine se liquéfie Pour entretenir l'action du fourneau, il faut y jetter de temps en temps de nouvelle matiere à fondre ; c'est ce qu'on appelle y *porter une nouvelle charge* : on y porte cette nouvelle charge de deux heures en deux heures, quelquefois plus, quelquefois moins fréquemment.

La charge est composée d'une certaine quantité de mine, de charbon & de *Castine*. La castine est une matiere très-essentielle, & dont nous n'avons point encore parlé : c'est le fondant de la mine. Il y en a de bien des especes ; communément c'est une espece de pierre à chaux qui est blanche dans le Berry & le Nivernois, & grise dans d'autres pays ; ailleurs la castine n'est qu'une marne commune ; en quelques endroits c'est une marne graveleuse ; ailleurs c'est une espece de terre mêlée avec du sable & de la pierraille. Les cailloux mêmes & le sable peuvent être regardés comme une espece de castine, mais qu'on employe plus rarement.

En un mot chaque pays a la sienne, ou plutôt on est obligé de se servir de celle que fournit le pays. Toute castine ne doit pourtant pas être égale pour toute espece de mine : les plus difficiles à fondre & les plus aisées à brûler en demandent de différentes. Celle qui convient aux mines en gros morceaux, ne convient pas à celles qui sont déliées comme des grains de navette : celle qui est en pierre ou en marne, est employée pour les grosses mines ; on la concasse en morceaux gros comme des noix, ou au plus comme des œufs.

Mais pour les mines en grains fins, comme sont celles de Bourgogne & de Franche-Comté, la castine qu'on employe est une espece de terre grasse, qu'on tire en masses assez grosses & fort dures ; elle est semblable à celle que les Forgerons employent pour empêcher leur fer de se brûler ; on la nomme, je ne sais pas pourquoi, *Terre d'herbue* ou *arbue*. Celle de Bourgogne est rouge ; en Franche-Comté il y en a de rouge & de grise. Cette terre est apparemment plus aisée à fondre que les autres castines ; elle est plutôt en état d'agir contre la mine, & d'empêcher l'action immédiate du feu, qui au lieu de fondre, brûleroit vîte le fer de ces petits grains. On brise cette terre d'herbue avant de la jetter dans le fourneau ; on la mêle même dans quelques endroits avec un gros sable de riviere, ou de qualité semblable ; au lieu que si on employoit une castine trop aisée à fondre pour les mines qui sont en gros morceaux, elle se fondroit & se rendroit au bas de l'ouvrage avant que la mine eût eu le temps d'être assez échauffée pour se fondre : il y a pourtant des mines en grains fins, commes celles d'Elen, Bailliage de Baune, qu'on fond avec une castine, qui est une espece de pierre composée de feuilles très-minces.

Selon la qualité de la mine & de la castine, on fait entrer plus ou moins de castine dans chaque charge ; dans différents pays, & même dans des pays peu éloignés, on suit là-dessus différents usages. On porte la mine & la castine

castine au fourneau dans des corbeilles faites en maniere de van, appellées *Paniers*, *Clons*, *Couches*. *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, (*Pl. III*,) en montrent de différentes grandeurs. En quelques endroits un panier à mine a quinze pouces quelques lignes de longueur, neuf pouces dans la plus grande largeur, & sept pouces de profondeur. Ce premier contient environ un demi-boisseau mesure de Paris; les paniers à castine sont plus grands: ils ont même profondeur; mais leur largeur est de 11 pouces, & leur longueur de 19.

Le charbon est porté dans des paniers plus grands que ceux de la castine; comme la castine, plus légere que la mine, est portée dans des paniers plus grands que ceux de la mine. Les paniers à charbon sont aussi faits en maniere de vans; ils ont cependant leurs noms particuliers; on les nomme *Resses*, *Rasses*, *Rassées*. Chaque Rasse contient le quart d'un sac de charbon, environ 31 livres pesant (*).

La charge du fourneau est composée, à Grossouvre en Berry, de huit rasses de charbon, onze paniers de mine & trois paniers de castine; ce qui varie suivant la qualité de la mine & de la castine. En Franche-Comté, la charge est aussi de onze ou douze paniers de mine, pesant chacun 40 à 50 livres, & de terre d'herbue, au lieu de castine, quand on fond de petites mines. On porte toutes ces rasses & ces paniers sur la terrasse du fourneau; on les y arrange le long d'une des batailles. Lorsqu'il en est temps, le Chargeur vuide dans le gueulard du bord, les uns après les autres, les rasses de charbon, ensuite les paniers de castine, & enfin ceux de mine.

Au reste le Chargeur a une regle *y* (*Pl. I*, *fig.* 1, & *x y*, *Pl. III*) qui lui apprend quand il est temps de porter une nouvelle charge. Quand le fourneau est entiérement chargé, il est plein jusqu'au gueulard; à mesure que le charbon inférieur se consume, le charbon supérieur descend. De temps en temps le Chargeur sonde jusqu'où la matiere est descendue; quand elle est éloignée du gueulard d'environ deux pieds & demi, il est temps de jetter la nouvelle charge. Il ne seroit pas commode de s'approcher trop pour sonder; ils le font d'un peu loin avec un outil dont la figure ressemble à celle d'un fléau à battre le bled: on le nomme une *Bécasse*. La partie semblable au battant du fléau est de fer; elle est aussi attachée au manche avec des anneaux de fer. Le battant de la bécasse a 2 pieds & demi. Il est temps de charger, quand il entre tout entier perpendiculairement dans le gueulard.

Le Chargeur prend ses rasses & ses paniers les uns après les autres; pour les vuider plus commodément, il se place dans l'embrasure de la petite masse. Souvent il lui arrive de se griller les cheveux & même le visage, surtout lorsque le vent est grand. Pendant le jour, il ne paroît pourtant pas

(*) Livre de 16 onces.

de flamme ſur le fourneau ; il ſemble qu'il n'en ſort qu'une fumée blanchâtre : il y a cependant certains moments où l'on apperçoit quelque lueur. Mais la nuit le deſſus du gueulard paroît tout en feu : & ce feu qu'on ne voit pas le jour, brûle le Chargeur, lorſqu'il veut s'en approcher de trop près.

Le charbon, la caſtine & la mine étant tombés dans le fourneau, on voit bien une partie des choſes qui doivent arriver : il y en a quelques-unes qu'il ſera peut-être bon que nous faſſions remarquer. Le charbon s'enflamme ; il calcine & fond la caſtine ; & la caſtine fondue, fournit au feu plus d'activité, ou des parties plus propres à faire impreſſion ſur la mine. La mine chaude ſe fond la premiere ; elle ſert en quelque façon de fondant à la mine froide, comme la caſtine lui en a ſervi à elle-même.

L'endroit du fourneau où l'action du feu eſt plus violente, eſt l'endroit où eſt pouſſé le vent des ſoufflets. Ce n'eſt pas ſeulement parce que tout y eſt plus vivement enflammé ; il y a encore quelque choſe de plus. Les parties du feu y ſont pouſſées par le vent contre les corps qu'elles rencontrent, & alors elles ſont capables de faire beaucoup plus d'effet. Les lampes des Emailleurs en ſont une bonne preuve.

C'eſt un ſpectacle fort ſingulier, que celui qui s'offre lorſqu'on eſt placé dans l'embraſure de la thuyere. Il en coûte d'abord quelque choſe aux yeux ; mais ils s'accoutument inſenſiblement à ſoutenir la grande lueur qui les a fatigués. La prunelle ſe reſſere ; elle ne donne plus entrée à une ſi grande quantité de lumiere. Les bouts ou les buzes des ſoufflets n'occupent pas tout l'eſpace de la thuyere ; cela eſt à propos même, comme on le verra dans la ſuite. A côté de ces buzes, on apperçoit ce qui ſe paſſe dans l'intérieur du fourneau : tantôt on voit des morceaux de charbon tomber, & laiſſer tomber des grains de mine ; tantôt on voit des grains de mine qui s'alongent, & qui enſuite laiſſent tomber une goutte à-peu près, comme la cire d'Eſpagne que l'on fait fondre ſur la chandelle ; & tout cela avec certaines variétés.

La mine n'arrive pas tout d'un coup à l'endroit où eſt cette violente chaleur ; elle n'y deſcend qu'à meſure que le charbon ſe conſume. Il eſt vrai que les morceaux de charbon mis les uns ſur les autres, forment des eſpeces de cribles par leſquels les grains de mine, ou au moins ceux qui ſont déliés peuvent paſſer ; mais les grains qui paſſent les premiers ſont les plus menus, & par conſéquent, les plus faciles à fondre.

Au reſte, il eſt à propos que la mine ne deſcende pas trop vîte vis-à-vis la thuyere. Ce n'eſt pas ſeulement parce qu'il faut qu'elle ait été échauffée auparavant, & qu'il ne faut pas qu'elle s'y aſſemble : c'en ſont de bonnes raiſons ; mais ce ne ſont pas les ſeules. La meilleure peut-être, c'eſt que la mine ne contient qu'un fer extrêmement ſec, un fer dépouillé, ſemblable

en quelque ſorte au fer réduit en rouille, au fer chargé de rides. Ce fer a beſoin d'être pénétré d'une huile. Les charbons qui brûlent au-deſſous de la mine, & qui y brûlent pendant du temps, la fourniſſent. Ce n'eſt pas avancer une pure hypotheſe phyſique, que de dire que les charbons fourniſſent une matiere onctueuſe, qui pénetre le fer de la mine. Les expériences rapportées par M. Geoffroy l'aîné, ſur ce qui arrive au fer tenu en fuſion au foyer du miroir ardent de Monſieur le Duc d'Orléans, paroiſſent le prouver. Il a pris différentes rouilles de fer, ſoit de celle qu'on trouve ſur le fer qui a été expoſé à la pluie, ſoit de celle que l'on trouve ſur les barres qui ont été pendant long-temps expoſées au feu; il a pris auſſi du ſafran de Mars préparé avec le ſoufre, le *Caput-mortuum* du vitriol verd calciné long-temps au grand feu, toutes matieres qui ne ſont que du fer plus ou moins dépouillé. Il a mis ces matieres au foyer du verre ardent, & leur a donné premierement pour ſupport un morceau de grès; elles s'y ſont fondues; elles paroiſſoient liquides comme de l'huile; étant retirées du feu, elles ſe ſont figées en une maſſe réguline friable. Il expoſa enſuite au foyer du même verre, tantôt ces matieres ferrugineuſes, tantôt la matiere réguline que la premiere fuſion avoit produite; & leur ayant donné pour ſupport des morceaux de charbon, les mêmes matieres ſe ſont fondues, comme dans la premiere expérience; mais étant retirées du feu & refroidies, elles n'ont plus paru une maſſe réguline; elles ſembloient un vrai fer fondu. Pourquoi a-t-on eu du fer après cette expérience, c'eſt-à-dire, une matiere plus ſouple? & pourquoi n'a-t-on eu qu'une maſſe réguline dans l'autre, c'eſt-à-dire, une matiere plus caſſante? ſi ce n'eſt, comme le penſe M. Geoffroy, parce que la matiere graſſe du charbon, le phlogiſtique s'eſt inſinué dans le fer.

M. Geoffroy rapporte auparavant une expérience qui paroît confirmer parfaitement que la matiere graſſe du charbon s'inſinue dans le fer. Si on expoſe du fer & de l'acier au foyer du verre ardent, lorſqu'ils ſont ſoutenus par du grès, ils s'y fondent parfaitement juſqu'à devenir coulants comme de l'huile; mais la maſſe refroidie ne paroît plus qu'une matiere réguline. Si on expoſe du fer au foyer du verre ardent ſur des charbons, il arrive deux choſes remarquables: premiérement, le fer jette quantité d'étincelles lorſqu'il eſt en fuſion; ces étincelles ſont tout autant de petits globules parfaitement ronds, & tous ces globules ſont de véritable fer. Si on continue de tenir le fer en fuſion, il ſe diſſipe tout en pareils globules. Le feu qui fond le fer, y fait apparemment entrer l'huile du charbon; & peut-être que cette huile, jointe à celle du fer, ſe raréfie & pouſſe les petits globules. La ſeconde choſe remarquable, c'eſt qu'il arrive quelquefois que ce métal ceſſe de pétiller; M. Geoffroy a obſervé en même temps que cela n'arrive que lorſque le charbon s'eſt conſumé en partie, lorſqu'il s'eſt couvert d'un

lit de cendres ſur lequel le fer ſe trouve poſé : ce lit de cendres arrête l'huile du charbon ; il l'empêche de paſſer dans le fer ; mais ſi quelque mouvement dérange les cendres, le pétillement recommence.

En revenant à ce qui ſe paſſe dans le fourneau, nous dirons que la mine qui arrive près de la thuyere, y arrive pénétrée de la matiere graſſe du charbon, & extrêmement échauffée ; une plus grande chaleur qu'elle rencontre, acheve de la liquéfier ; & liquéfiée, elle tombe par gouttes le plus bas qu'il eſt poſſible.

La charge de mine, de caſtine & de charbon ayant été preſque conſommée, on en porte une ſeconde, qui, comme la premiere, ſe réduit en fuſion. Ce n'eſt pas la mine ſeule qui s'y réduit : la cendre du charbon & de la caſtine, &c, ne ſe retirent point du fourneau en chaux ni en cendres ; elles ſe liquéfient comme la terre qui eſt mêlée avec la mine. Toutes ces matieres fondues ſe confondent, & elles forment un liquide plus léger que le fer fondu. On le nomme *litier*, *laitier*, *ſcories*.

Quand la quantité de matiere fondue eſt aſſez grande pour s'élever juſqu'à la dame, on donne iſſue au laitier ; on perce la terre qui eſt immédiatement au-deſſus de la dame ; le laitier ſort par l'ouverture qu'on lui a donnée : il coule ſur les deux gentilshommes ; afin même qu'il puiſſe couler plus aiſément, on lui a préparé une eſpece de lit, en étendant du *fraſil* ou *faiſin* & de la terre mêlée enſemble ſur ces deux pieces. *E F*, *G G* (*Pl. II*), montrent une grande quantité de ſcories ſorties par le deſſus de la dame.

Le laitier eſt un fluide aſſez épais ; comme il eſt cependant très-chaud, il arrive ſur la terre avant de s'être figé, & il y reſte même du temps encore liquide. On ne bouche point l'ouverture qui lui donne paſſage, quand il a une fois commencé à ſortir ; on a même ſoin de l'ouvrir & de l'élargir de temps en temps, lorſque du laitier qui s'eſt refroidi, ou des matieres étrangeres l'ont trop rétréci. Toutes ces ouvertures ſe font avec un *ringard*, outil des plus ſimples, mais dont l'uſage eſt fréquent dans les Fourneaux & les Forges de fer : ce n'eſt autre choſe qu'une barre de fer, plus ou moins groſſe, longue de huit à neuf pieds, & pointue par le bout.

On ne s'embarraſſe pas de la maniere dont le laitier s'arrange en dehors du fourneau : on le laiſſe refroidir ; alors il eſt dur & caſſant ; c'eſt une matiere vitrifiée, ou même, pour parler plus exactement, lorſque le fourneau va bien, c'eſt un vrai verre. Entre les laitiers des différents pays, il y a des différences aſſez conſtantes dans la couleur ; & ſelon que la fuſion ſe fait bien ou mal, il y a de la différence & dans la couleur & dans la conſiſtance du laitier d'un même fourneau. Dans les fourneaux du Berry les plus éloignés du Nivernois, comme ceux d'Ardentes, & ceux de Mareuil, le laitier qui contente le Fondeur, & celui qu'on tire ordinairement, eſt noirâtre. Lorſqu'il eſt en maſſe, il diſent qu'il eſt couleur de poix. Les morceaux

morceaux épais de plusieurs pouces, ont cette couleur; mais les morceaux minces, ceux qui ont moins d'épaisseur qu'une demi-ligne, sont très-transparents, & ont un petit œil violet.

Ailleurs, le laitier est d'un assez beau bleu, tirant quelquefois sur celui de l'azur; quelquefois il a la couleur de l'aigue-marine. Les Forges de Conches, en Normandie, en donnent de l'une & de l'autre couleur.

Dans le Nivernois, communément la couleur du bon laitier est verdâtre & veinée de blanc; il imite le jaspe. La différence des terres qui servent de matrice à la mine, & qui entrent dans la mine même, est apparemment la cause de ces variétés.

J'ai vu d'autre laitier qui étoit parfaitement semblable au verre des grosses bouteilles; il en avoit & le degré de transparence, & le degré de couleur. Si on ne prend pas ordinairement le bon laitier pour du verre, ce n'est que parce que son épaisseur empêche de remarquer sa transparence. Mais lorsque le laitier est bien mince, il est aussi transparent que notre verre commun. Si on observe le laitier qui vient de sortir du fourneau, on voit souvent s'y former des boules ou des demi-boules de verre creuses, à peu-près semblables à celles que les enfants forment avec le savon. La matiere fluide en coulant, a renfermé de l'air qui étoit mêlé avec les corps sur lesquels elle a passé, & cet air, en se dilatant, forme les boules dont on vient de parler, comme l'Emailleur en forme au bout du tuyau dans lequel il souffle. Quelques-unes se crevent; mais d'autres subsistent jusqu'à ce que les Ouvriers qui enlevent le laitier viennent les briser. Les parois de ces boules de verre ou de laitier sont extrêmement minces & extrêmement transparentes. On n'y reconnoît point la couleur du laitier en masse.

Mais tout le laitier n'est pas si semblable au verre: quand le fourneau va mal, on en retire un laitier spongieux, dont toute la substance est remplie d'une infinité de petits trous à peu-près ronds. Entre ces laitiers, il y en a aussi de différentes couleurs, & de plus ou moins poreux.

Il y en a d'un verd jaunâtre, d'un verd blanchâtre, enfin il y en a d'un très-beau blanc. Les uns aussi sont plus ou moins poreux que les autres: il y en a de tellement poreux, qu'il nage sur l'eau, & qu'il nageroit même sur un fluide beaucoup plus léger. Le laitier blanc est un laitier dont la plupart des parties sont séparées par des bulles d'air; le verre pilé est blanc: d'ailleurs toute écume d'eau & même l'écume d'encre est blanche. Le laitier qui est le plus blanc & qui est aussi le plus léger, n'est, pour ainsi dire, qu'une écume de laitier, vu au microscope: il fait un effet assez agréable; on distingue les bulles. On voit souvent une bulle un peu grosse dont la base est entourée d'un anneau d'autres bulles extrêmement petites.

En ôtant le laitier du fourneau, non-seulement on ôte la matiere terreuse

qui séparoit les grains ferrugineux les uns des autres, on enleve en même temps des sels qui ont servi à la vitrifier : ces sels rendroient le fer plus aigre, & moins propre à devenir malléable. Probablement, mieux le laitier est vitrifié, plus il ressemble au verre, & plus il est chargé de sels; de-là vient que les Fondeurs ont raison de prendre pour un augure favorable à la qualité de leur fonte le laitier qui est le plus coulant. Après avoir gardé du temps quelques morceaux de ce laitier, on peut en voir dont la surface est chargée de sels jusqu'à fournir une liqueur saline qui mouille la planche sur laquelle ils sont. Les verres qui abondent trop en sels, comme ceux qu'on nomme vulgairement *de crystal*, n'en ont pas tant que ce laitier.

On voit bien que si on n'avoit pas soin de retirer cette matiere de dessus l'appentis du fourneau, elle s'y accumuleroit en trop grande quantité. A mesure qu'elle est refroidie, on la casse avec des ringards; on la transporte ensuite de différentes façons hors du fourneau; on l'y assemble dans un tas; ce tas devient insensiblement une petite montagne : les fourneaux qui sont en feu depuis cent ans & plus, en ont des montagnes assez considérables.

Il est dommage qu'on ne sache rien faire de cette matiere dont les fourneaux fournissent abondamment *; on ne l'emploie gueres qu'à combler des trous ou à réparer les mauvais chemins dans les endroits voisins du fourneau. On assure que le laitier réduit en poudre, est excellent pour servir de sable dans les bâtiments; mais il faut le pulvériser, & c'est une peine que l'on ne prend gueres que pour une espece de laitier, dont nous parlerons dans la suite, parce qu'il donne des morceaux de fer qu'on en retire.

Après qu'un certain nombre de charges ont été consumées dans le fourneau, on donne l'écoulement à la fonte; si on y en laissoit assembler une trop grande quantité, elle parviendroit jusqu'au dessus de la dâme; elle s'échapperoit par la même ouverture qui donne issue au laitier; & refroidie, elle ne composeroit que divers morceaux peu épais, d'une figure irréguliere, & par conséquent incommodes à manier : aussi ne manque-ton pas de faire sortir la fonte avant qu'elle se soit élevée jusqu'au-dessus de la dame, c'est-à-dire, qu'on la tire dans quelques fourneaux après huit ou neuf charges; dans d'autres, après dix ou onze; cela dépend de la richesse de la mine & de la disposition de l'ouvrage.

Avant de la faire sortir, on prépare un moule *LL* (*Pl. II*) pour la recevoir. Nous ne voulons pas encore parler des moules *M*, *N*, *N*, où la fonte prend tantôt la figure d'un contre-cœur de cheminée, tantôt celle d'un vase, d'un canon, &c: nous examinerons en détail ces différents moules. Le moule dont nous voulons parler, est le plus simple & le plus ordinaire; il contient seul toute la fonte qui sort du fourneau, c'est-à-dire,

* J'ai proposé en 1744, dans un Mémoire lu à l'Académie, sur les Mines, les Fontes & le Fer, de faire usage du laitier le mieux vitrifié, pour en tirer des cloches à l'usage des Jardins : quelques pieces de ce verre se sont assez bien soutenues, & ont conservé une demi-transparence.

ordinairement une maſſe de fer du poids de 2000, quelquefois de 1500, & quelquefois de 2500. Cette maſſe prend la figure d'un priſme triangulaire, terminé pourtant en pointe par l'un & l'autre de ſes bouts ; c'eſt ce qu'on nomme une *Gueuſe*. La gueuſe a communément 12 ou 15 pieds de long.

Son moule n'eſt pas bien difficile à former ; c'eſt une eſpece de ſillon : on ne commence à le préparer qu'une demi-heure ou un quart-d'heure avant de laiſſer écouler la fonte. Le terrein qui eſt devant le fourneau eſt couvert d'une couche de ſable, épaiſſe de huit ou neuf pouces : c'eſt dans ce ſable que l'on creuſe le moule. Sa longueur doit être à peu-près perpendiculaire à la face du fourneau, & placée de façon que la fonte s'y rende ſans détour. Auſſi fait-on toujours le nouveau moule, à peu-près dans la place de l'ancien, d'où il ſuit qu'on retire la derniere gueuſe qui a été moulée avant de préparer le canal qui en doit recevoir une nouvelle.

Quoiqu'on ne retire la gueuſe du ſable que dix ou douze heures après qu'elle y a été moulée, elle eſt encore très-chaude ; alors elle brûleroit les ſouliers, ſi on les tenoit long-temps deſſus : le ſable qui l'entoure eſt donc chaud auſſi, & par conſéquent ſec ; or le ſable trop ſec ne conviendroit pas pour former le moule. L'ancienne gueuſe ayant été enlevée, on commence par jetter de l'eau ſur le ſable qu'elle a échauffé ; on laboure enſuite ce ſable avec une beche ſemblable à celle des Jardiniers.

On creuſe enſuite le ſillon avec la même beche ; on fait une eſpece de petit foſſé en jettant ſur un de ſes bords une pellerée de ce qu'on a enlevé du fond, & jettant ſur l'autre bord l'autre pellerée, ce qu'on répete juſqu'à ce qu'on ait donné aſſez de longueur au ſillon. Pour lui donner mieux ſa figure, pour marquer l'angle de ſon fond, on fait paſſer dedans, depuis un bout juſqu'à l'autre, un rable de bois *S* (*Pl. II*). Pour donner la derniere façon au moule de la gueuſe, on bat avec une pelle de fer les faces des côtés de ce ſillon, ce qui ſert à les unir & à leur donner plus de conſiſtance ; le ſable s'en éboule moins.

Comme on eſt bien aiſe de ſavoir ce qu'a produit un fourneau dans un certain temps, on numérote chaque gueuſe, comme on le voit en *P* (*Pl. II*). On marque ſur une gueuſe qu'elle eſt la dixieme, la vingtieme, &c ; cela n'eſt pas difficile : il ne s'agit que d'imprimer dans le moule le n°. qu'on veut faire paroître en relief ſur la gueuſe ; ils ont leurs chiffres en fer ſemblables aux chiffres Romains, comme on le voit (*Pl. II*).

Nous n'avons encore rien dit de la qualité du ſable dans lequel eſt creuſé le moule de la gueuſe ; il n'y a auſſi que peu à en dire. On prend ordinairement un gros ſable de riviere ou quelqu'autre gros ſable. Il eſt néceſſaire qu'il ſoit humide, lorſqu'on en forme le ſillon ; l'humidité lui donne de la conſiſtance : auſſi ne doit-il pas être trop mouillé ; lorſque la fonte

couleroit dessus, elle bouillonneroit; elle jetteroit de tous côtés diverses parcelles de fer: une matiere si embrasée échauffe promptement toutes les gouttes d'eau qu'elle rencontre, ainsi que l'air qui y est mêlé; de-là naît dans chaque goutte d'eau une raréfaction subite & très-considérable qui pousse la fonte de tous côtés.

Le moule étant préparé, on arrête le mouvement des soufflets; l'air qu'ils pousseroient, ne serviroit qu'à incommoder; on donne ensuite issue à la fonte. Un Ouvrier muni d'un ringard, perce le fourneau en *I* (*Pl. II*) près du bas de la dame. Aussi-tôt sort un petit torrent de matiere enflammée, qui va se rendre dans le moule: on a eu soin de disposer le chemin pour l'y conduire. Quand le moule est rempli, ou à peu-près rempli, il ne peut plus sortir de fonte du fourneau; mais le laitier qui étoit resté au-dessus de la fonte dans le fourneau, sort; on n'a garde de s'y opposer; mais on l'empêche, autant qu'on peut, de couler sur la gueuse. A l'origine du moule, on jette une petite piece de fer qui y forme une espece de digue. Pour la rendre plus considérable, on jette vers le même endroit quelques pellerées de fraisin & de terre.

On a soin de jetter dans le moule de la gueuse tous les petits fragments de fonte que l'on a. Ils font corps ensuite avec la matiere qui le remplit. Il reste toujours de la fonte dans le fourneau. On y en laisse presque assez pour composer une demi-gueuse. Le trou par lequel la fonte s'échappe, n'est pas au fond de l'ouvrage. Il y reste de plus beaucoup de laitier, & d'un laitier moins fluide que celui qui est sorti par la voie ordinaire. Pour enlever ce laitier, pour nettoyer l'ouvrage, on fait une nouvelle ouverture bien plus grande que la précédente; on abat tout ce qui est au-dessus de la dame, jusqu'à un demi-pied de haut. Par cette ouverture, on fait entrer des ringards & des crochets recourbés dedans l'ouvrage. Avec ces différents outils, on en retire tout ce qu'on en peut retirer, c'est-à-dire, ce qui n'est pas bien fluide.

Le laitier qu'on retire de la sorte, est appellé *Laitier de hallage*. Il contient ordinairement de la fonte; aussi dans plusieurs fourneaux ne le confond-on pas avec l'autre laitier: on le pile, comme nous le dirons. Le même laitier est ordinairement mêlé avec quantité de charbons. Il est peut-être assez inutile de faire remarquer que le mouvement des soufflets est encore arrêté pendant tout le temps que les Ouvriers sont occupés à tirer le laitier de hallage; la flamme que les soufflets pousseroient hors du fourneau, empêcheroit les Ouvriers d'approcher assez près. On voit même que c'est sur-tout à cause des Ouvriers qui sont obligés d'approcher du fourneau, qu'on arrête le cours de l'air, lorsqu'il est temps de faire sortir la gueuse; le brasier du fourneau ne reste encore que trop ardent pour eux; rien ne leur est plus ordinaire que de se brûler, quoiqu'ils se brûlent plus difficilement, & qu'ils ressentent

reſſentent moins les brûlures que les autres hommes. Dans les premiers Mémoires de l'Académie, premiere édition, page 301, M. Duhamel rapporte que M. Homberg a vu en Suede des Fondeurs, (on ne dit point de quel métal), qui, avec leurs mains, retiroient des morceaux de bois qu'on avoit jettés dans du métal fondu. On ajoute dans le même endroit, que feu M. l'Abbé Gallois a vu dans le Maine des Ouvriers qui, avec leurs mains, diſperſoient çà & là le fer fondu en petites boules. Le feu qui agit continuellement ſur ces ſortes d'Ouvriers, leur endurcit ſans doute la peau; il faut que ce ſoit à un point étonnant. Nous ajouterons un fait pareil & confirmatif de ceux-ci : c'eſt qu'au fourneau de Compaſſeur en Bourgogne, nous avons vu, il y a environ 18 ans, un Garde-Fourneau qui, de la gueuſe encore bouillante, emportoit par un coup de main très-preſte, de la fonte qui retomboit en grenaille.

Quand le dedans de l'ouvrage a été bien nettoyé, on rebouche les ouvertures qu'on a faites; celle qui a donné paſſage à la fonte, & tout ce qu'il y a d'ouvert juſqu'au haut de la dame, ſe bouche avec de la terre; mais la plus grande ouverture eſt au-deſſus de la dame. Pour la reboucher on y jette d'abord une *raſſée* (a) de charbon; ce ne ſeroit pas une barriere bien durable; mais le charbon ſert du moins à remplir pour un inſtant, le vuide du trou; ſur le charbon on jette enſuite du fraſil; & ſur le fraſil du fraſil mêlé avec la terre, & enſuite un peu de terre.

Il n'y a pas grand inconvénient quand il reſteroit quelques petits jours: il y en a preſque toujours quelques-uns; on voit toujours un peu de flamme en dehors du fourneau : mais auſſi-tôt que ces fentes s'aggrandiſſent un peu trop, on jette de la terre mouillée.

La flamme & la fumée qui s'échappent de la ſorte par le devant du fourneau, portent une eſpece de cendre très-fine qui s'attache contre la voûte qui eſt au-deſſus de la flamme. Cette cendre y eſt arrangée d'une maniere aſſez ſinguliere; elle forme de petits ſillons profonds d'une ligne ou deux, dont la direction n'eſt pas réguliere, & qui forment de petits zigzags.

On ouvre enſuite la thuyere; on laiſſe agir les ſoufflets, & on porte une nouvelle charge au fourneau. Dans la plûpart des fourneaux, on ouvre une ſeconde fois le deſſus de la dame, après qu'une charge ou deux ont été conſumées, pour mieux retirer le laitier de hallage. Le volume de la matiere fondue étant accrû, le laitier qui étoit reſté, s'eſt élevé juſqu'auprès du haut de la dame, & par conſéquent eſt plus aiſé à retirer. Enfin on bouche encore cette ouverture, & on répete toutes les manœuvres que nous avons expliquées, ſouvent pendant dix ou onze mois ſans diſcontinuer. Le feu étant allumé une fois dans le fourneau, on ne

(a) On eſt obligé d'adopter les termes que les Ouvriers préferent : ils appellent *Raſſe* un panier qui contient une certaine quantité de charbon; *Raſſée*, ſuivant eux, eſt un de ces paniers auſſi plein qu'il peut l'être.

l'éteint que lorſqu'on y eſt obligé. Il y a dans le Berry des ouvrages de fourneaux qui durent au plus cinq à ſix mois ; cela dépend de diverſes circonſtances que nous examinerons en leur lieu.

Suivant que le vent des ſoufflets eſt plus ou moins fort, la matiere d'une gueuſe eſt fondue en plus ou moins de temps. Communément on tire deux gueuſes en 20, 22 ou 24 heures. Chaque gueuſe eſt plus ou moins peſante, ſelon que la mine eſt plus ou moins riche.

On peſe la gueuſe immédiatement après qu'elle a été tirée du moule : ce n'eſt pas par pure curioſité ; l'intérêt du Fermier de la marque du fer y engage. On leur paye une certaine ſomme par millier. Quelque lourd que ſoit le poids de la gueuſe, on la remue aſſez aiſément (*Voy. la Vignette de la Pl. II.*) avec des rouleaux & de longs leviers, d'une maniere fort connue & fort en uſage dans les bâtiments. Les rouleaux ſont ce qu'il y a de plus ſimple & de meilleur.

Il eſt encore moins difficile de la peſer (*Pl. II, fig. 5*) : on le fait avec une romaine ſoutenue par une chevre. On paſſe ſous la gueuſe une eſpece de chaîne compoſée de quatre ou cinq chaînons oblongs. Cette chaîne eſt appelée *Grille* dans les fourneaux.

Les Ouvriers ſe ſervent du nom de *Fondée* pour exprimer la durée de ſix jours dans le forneau. On leur entend ſouvent dire : *Une telle fondée n'a produit que vingt milliers*, pour dire qu'on n'a eu que vingt milliers de fonte pendant ſix jours. Ils diſent de même qu'on pouſſe les fondées d'un tel fourneau à vingt-cinq, à trente milliers, pour faire entendre que ce fourneau donne tous les ſix jours vingt-cinq à trente milliers de fonte.

Mais pour marquer le temps au bout duquel on éteint le feu du fourneau, ils ſe ſervent du mot d'*Ouvrage*. Ils diſent : *Un tel ouvrage a duré ſix mois, un tel ouvrage a duré neuf mois, il a donné ſix cents ou huit cents milliers de fonte* ; pour dire qu'au bout de ſix mois, qu'au bout de neuf mois l'on a éteint le feu du fourneau, après avoir eu ſix ou huit cents milliers de fonte. Les Ouvriers appellent auſſi en quelques endroits, le temps qu'un fourneau a fondu ſans interruption, un *Fondage*. On ne ceſſe gueres de tenir un fourneau en feu quand il a commencé à travailler, que par le défaut de l'ouvrage. Les pierres expoſées à l'air s'uſent ; comment celles qui ont à ſoutenir continuellement l'action du fer fondu, ne s'uſeroient-elles pas ? Il eſt ſurprenant, malgré leur épaiſſeur, qu'elles y réſiſtent ſi long-temps ; car, comme nous l'avons dit, il y a des fourneaux qui reſtent en feu pendant onze mois ; il y en a d'autres qui n'y reſtent que trois à quatre. La qualité de la pierre contribue beaucoup à leur durée ; mais la qualité de la mine & celle de la caſtine doit auſſi être comptée pour beaucoup [a]. Plus ces matieres

(a) Voyez à cet égard ce que nous avons dit des *Fondants*, premiere Section, & du moyen d'attaquer certaines pierres les unes par les autres.

ſeront maſſives, ou encore, plus elles ſeront propres à s'inſinuer entre les pierres, moins l'ouvrage durera.

Il faut encore ici que nous employions un mot conſacré par les Ouvriers: éteindre le feu d'un fourneau, s'appelle en leur langage *mettre hors*, apparemment parce qu'après qu'on a ceſſé d'y entretenir le feu, on retire de l'ouvrage toutes les matieres qui y ſont contenues. Si l'on ne mettoit pas hors lorſque l'ouvrage eſt uſé juſqu'à un certain point, l'on courroit riſque de ruiner le fourneau; la mine parviendroit à des pierres peu capables de lui réſiſter. Cet inconvénient n'eſt pas à craindre. On ſait que quand l'ouvrage eſt uſé juſqu'à un certain point, la fuſion de la mine ne s'y fait pas ſi bien.

A meſure que l'ouvrage s'uſe, il s'agrandit; la mine & le laitier s'inſinuent inſenſiblement entre les pierres, & les vitrifient en partie. Les morceaux de pierre pénétrés par la mine & le laitier ſe détachent; la capacité du fourneau en devient plus grande; en regardant par la thuyere, on voit quelquefois ces morceaux de pierre flotter ſur le liquide du fourneau.

Souvent on ſeroit obligé de mettre hors avant que l'ouvrage fût uſé, ſi la vigilance du Garde-fourneau n'apportoit remede à un mal qui eſt continuellement à craindre. Le feu du fourneau n'agit vivement qu'autant qu'il eſt excité par le vent des ſoufflets; ſi on n'y veilloit, tout paſſage ſeroit bientôt bouché à cet air. Il y a une eſpece de rocher qui tend continuellement à ſe former autour des bords de la thuyere; il s'augmenteroit inſenſiblement juſqu'à la boucher, ſi on ne s'oppoſoit pas à ſes progrès. Ce rocher eſt compoſé de laitier, de mine mal fondue, de caſtine, &c. Pour appercevoir la cauſe de la formation & de l'accroiſſement de ce rocher, il ſuffit de remarquer que, quoique l'air qui ſort des ouvertures des ſoufflets donne au feu l'activité néceſſaire à la fuſion de la mine, cet air néanmoins eſt froid lorſqu'il entre dans le fourneau; il refroidit par conſéquent les endroits qui ſont proches des bouts des ſoufflets: d'ailleurs cet air n'agit pas contre les corps qui ſont immédiatement placés à côté de l'ouverture de la thuyere. Le laitier & la mine, qui touchent les parois du fourneau, prennent dans cet endroit une conſiſtance ſemblable à celle qu'ils ont hors du fourneau; ils ſe durciſſent; & comme il fait continuellement moins chaud en cet endroit qu'ailleurs, quelques-unes des parties qui y arrivent ſe refroiſſent & s'attachent à celles qui ont commencé le rocher; de nouvelles parties l'augmentent, & l'augmenteroient à la fin à tel point que la thuyere ſeroit bouchée; c'eſt à quoi le Garde-fourneau s'oppoſe autant qu'il lui eſt poſſible. Pour détruire le rocher, pour en arrêter les progrès, il fait entrer un ringard dans l'ouverture de la thuyere; avec ce ringard, il abat tout ce qui eſt auprès des bords; lorſque tout eſt abattu, la thuyere eſt nette, ſelon leur expreſſion; elle paroît comme une belle lune à ceux qui la regardent: mais lorſque

le rocher s'eſt trop augmenté, la thuyere eſt obſcurcie ; ils diſent qu'elle ſe barbouille à la fin, à tel point qu'il n'y a plus de remede. Nous avons vû des fourneaux en feu & prêts à être mis hors, où la thuyere étoit ſi obſcurcie, qu'on ne pouvoit voir dans le fourneau un eſpace de la largeur d'un écu.

Nous avons dit que l'ouvrage s'agrandit à meſure qu'il s'uſe ; il paroîtra peut-être paradoxe de dire à préſent, que lorſque l'ouvrage eſt uſé à un certain point, il contient bien moins de matiere en fuſion, qu'il n'en contenoit auparavant : cela eſt vrai néanmoins, & ne ſera pas merveilleux, lorſque nous aurons ajouté, qu'outre le rocher de la thuyere, il ſe forme dans le milieu même de l'ouvrage de groſſes maſſes que le feu ne peut plus fondre & qui croiſſent continuellement : on les appelle des *Renards*. Ces renards parviennent quelquefois à une telle groſſeur, qu'ils occupent la plus grande partie de l'ouvrage ; & ſi on n'a pas ſoin de mettre hors dans un certain temps, l'ouverture du devant du fourneau qui eſt bouchée de terre, n'eſt plus ſuffiſante pour les laiſſer ſortir : il faut démolir une partie du mur du fourneau.

Il ſemble qu'une des cauſes les plus ordinaires de l'origine des renards vient des morceaux de pierres de l'ouvrage qui ſe détachent. Ces pierres ne ſont pas de nature à ſe fondre par un feu ordinaire. Divers morceaux qui ont échappé aux Ouvriers qui enlevent le laitier de hallage, s'attachent enſemble, les grains de mine qui ſe trouve entr'eux s'y collent & ne ſe fondent point ; dèslors qu'ils ont commencé, leur accroiſſement devient néceſſaire ; l'ouvrage fournit de temps en temps de nouveaux morceaux de pierre qui s'en détachent ; le renard étant placé entre la thuyere & la mine, empêche la fuſion de cette mine ; on en trouve les renards remplis ; ils ſont auſſi compoſés de fonte & de laitier. Il ſemble que ſi on étoit bien attentif à nettoyer le fourneau après l'écoulement de la gueuſe, qu'on empêcheroit ou retarderoit beaucoup la formation de ces renards.

Si l'humidité parvient juſqu'au fond du fourneau, ſi elle le refroidit juſqu'à un certain point, c'en eſt aſſez pour donnner naiſſance à un renard ; la fonte la plus baſſe perdra ſa fluidité, elle deviendra une maſſe ſolide qui ne manquera pas de s'accroître.

Peut-être que du laitier qui ſe fond mal, ou qui ſe refroidit quelque part vers la thuyere, commence auſſi les renards ; car il y a du laitier, qui, pour ainſi dire, n'eſt pas bien fondu. Tel eſt apparemment ce laitier poreux dont nous avons parlé ailleurs. Les Gardes des fourneaux, quand ils le voyent ſortir, le prennent pour un très-mauvais ſigne. C'eſt pour eux une preuve que la fuſion ſe fait mal. Peut-être n'eſt-il compoſé que de caſtine, ou d'autres matieres terreuſes qui, quoiqu'elles deviennent fluides, ne le deviennent pas aſſez pour que leurs parties s'approchent les unes des autres ; elles ſe refroidiſſent avant de s'être touchées, ce qui le rend poreux. Quand ce laitier paroît, le Fondeur fait ſouvent jetter dans le fourneau quelques

quelques pellerées de cailloux : ces cailloux ſe liquéfient plus aiſément que les autres matieres ; ils accélerent leur fuſion, & la rendent plus parfaite.

Il y a beaucoup de fourneaux où l'on voit, après qu'on a mis hors, la ſurface de la plupart des pierres de l'ouvrage vitrifiée ; il s'en eſt quelquefois trouvé qu'on auroit cru couverts d'un verni tel que celui que l'on voit ſur les pots de terre verds par-dedans : il y en a quelques-uns de forts noirs ; mais il s'en rencontre d'autres d'un blanc éclatant : il y a des pierres d'une épaiſſeur conſidérable, dont cependant la nature de la pierre eſt toute changée : elles paroiſſent formées de grains extrêmement petits, à peu-près égaux & tout blancs ; il n'y paroît aucune des inégalités qui ſont dans ces ſortes de pierres lorſqu'on forme l'ouvrage ; les gros grains de ſable, les veines, tout eſt devenu uniforme.

Les fourneaux où l'on a mis hors, donnent auſſi occaſion d'obſerver un fait auquel le raiſonnement ſeul conduiroit ; c'eſt que le côté du contrevent s'uſe beaucoup plus que les autres. Il ſeroit de la prudence de le revêtir de pierres plus épaiſſes. Nous avons vu un fourneau où le côté du pied de ruſtine étoit ſi peu altéré, qu'on le conſervoit pendant qu'on étoit obligé de refaire l'ouvrage du côté du contrevent.

Quelquefois il ſe forme dans la cheminée même du fourneau, c'eſt-à-dire, au-deſſus de l'étalage, de groſſes maſſes d'une matiere vitrifiée qui obligent à mettre hors. Nous en avons vu une qui occupoit près de la moitié du diametre de l'ouverture du fourneau. Quand la matiere a commencé à s'attacher & à s'aſſembler quelque part, l'amas croît vîte. Ce qu'il y a de fixe eſt une eſpece de barriere qui arrête toutes les matieres qui s'élevent. Au reſte il n'eſt pas néceſſaire d'avertir que ces maſſes ſont d'une matiere plus ſolide que la ſuie. La ſuie ne ſe conſerveroit pas dans un pareil feu.

La négligence des Chargeurs pourroit obliger à mettre hors, comme celle du Garde-Fourneau. Il eſt très-eſſentiel de charger à propos : ſi on attendoit à mettre une nouvelle charge, juſqu'à ce que la derniere fût conſumée, les matieres que l'on jetteroit, deſcendroient tout d'un coup trop bas ; elles ne trouveroient rien qui les ſoutînt ; la mine avant d'avoir été échauffée, avant d'avoir été pénétrée par l'huile du charbon, & avant que la caſtine fût calcinée, parviendroit au-deſſous de la thuyere. Là il n'y a plus ni la chaleur ni les matieres néceſſaires pour la fondre ; elle y reſteroit crûe.

Auſſi les Chargeurs ſont-ils jour & nuit auprès du gueulard pour examiner quand il eſt temps de porter une nouvelle charge. Ils ſondent avec leur bécaſſe la quantité du charbon qui reſte dans le fourneau. Afin qu'ils y ſoient moins mal à leur aiſe, près d'une des Batailles *A*, *A* (*Pl. III*), il y a en *H* un petit toît ſous lequel ils ſe couchent ; on le nomme *la Bierre*. En général

la durée de l'ouvrage dépend beaucoup de la vigilance des Chargeurs & de celle du Garde-Fourneau.

Après que le feu du fourneau a été éteint, on met véritablement hors; je veux dire qu'on tire de l'ouvrage tout ce qui y eſt contenu : on y trouve de la fonte; on y trouve le laitier & le renard qui contient lui-même beaucoup de bonne matiere. On conſerve la mine & la fonte; on retire même du renard le fer qui y eſt renfermé, & cela par le moyen du bocard, ce que nous expliquerons bientôt. On rebâtit enſuite l'ouvrage avec les pierres dures dont nous avons parlé.

Le temps où l'on met hors, eſt ordinairement le temps où l'on fait ſes proviſions de mine & de charbon. On fait en ſorte que ce ſoit en automne, parce que c'eſt la ſaiſon où l'on a le moins d'eau, & où par conſéquent les ſoufflets agiſſent avec le moins de ſuccès. Enfin lorſque le fourneau eſt rétabli, & que les proviſions néceſſaires pour l'entrenir ſont faites, on le met en feu.

Il faut, la premiere fois qu'on charge le fourneau depuis qu'on a mis hors, commencer par le remplir de charbon juſqu'au gueulard. La thuyere alors eſt bouchée. On met enſuite le feu au charbon par en bas, c'eſt-à-dire, auprès de la dame. Lorſque le charbon, en brûlant, eſt aſſez diminué pour laiſſer la place d'une charge, on y porte la premiere. Elle eſt, comme toutes le autres, compoſée de huit raſſes de charbon, mais ſeulement de quatre paniers de mine, un de chaude, & trois de froide, & d'un panier de caſtine.

La ſeconde charge eſt de cinq paniers de mine & deux de caſtine. La troiſieme, de ſix paniers de mine & deux & demi de caſtine. La quatrieme, de ſept paniers de mine & trois de caſtine; la caſtine n'augmente pas davantage. La ſixieme de neuf paniers de mine.

On regarde de temps en temps par-devant le fourneau, juſqu'où eſt deſcendue la premiere mine que l'on a jettée. Lorſqu'on la voit arrivée à peu-près à la hauteur de la dame, on fait la grille, c'eſt-à-dire, qu'on diſpoſe pluſieurs ringards horizontalement, à peu-près dans un même plan, & proche les uns des autres. Un des bouts des ringards eſt appuyé contre la face de ruſtine, & leur autre bout eſt ſoutenu par la face de la dame.

Ces ringards ſont aſſez proches les uns des autres pour arrêter tout ce qui pourroit tomber dans le fond de l'ouvrage : on ne les arrange que pour cela. Pendant qu'ils ſoutiennent tout ce qui tend à deſcendre, on le nettoie, après quoi on le couvre d'une couche de fraſil, épaiſſe de quatre à cinq pouces; on la tape & l'unit bien. Cette couche eſt le lit ſur lequel tombe la mine fondue; elle empêche qu'en tombant la mine n'agiſſe trop ſur le fond de l'ouvrage. Ce fraſil ne doit pas durer long-temps; mais dans la

ſuite la matiere fondue ne tombe pas immédiatement ſur le fond. La fonte qui le couvre tient lieu de fraſil.

Après tous ces petits préparatifs, on retire les ringards, l'on bouche le devant du fourneau, & l'on débouche la thuyere; enfin l'on tire la palle: l'eau met les ſoufflets en mouvement; tout ſe continue enſuite, comme nous l'avons vu ci-devant. On porte de temps en temps de nouvelles charges; on donne l'écoulement au laitier & à la mine, ſelon qu'on le juge néceſſaire.

Nous avons diſtingué le laitier de hallage, c'eſt-à-dire, le laitier qu'on retire du fourneau avec des ringards ou des crochets, du laitier qui s'écoule continuellement au-deſſus de la dame. Nous avons dit qu'il contenoit ſouvent beaucoup de fonte ou de mine mal fondue. Auſſi dans la plupart des fourneaux a-t-on ſoin de ne pas confondre ces deux laitiers. On conſerve celui du hallage pour en ſéparer le fer. On le porte ſous des pilons qui réduiſent en pouſſiere la matiere vitrifiée ou le charbon qui eſt mêlé avec le fer. L'eau entraîne loin cette pouſſiere, & laiſſe les morceaux de fer aſſez proche des pilons. La machine *M N O P Q*, &c, (*Pl. IV*) dont ces pilons ſont la principale partie, eſt appellée *Bocard* ou *Bocambre*; elle n'eſt pas fort compoſée. Nous en avons fait la deſcription dans la préparation des mines. On n'emploie pas toute l'eau du ruiſſeau à faire tourner l'arbre; on en conduit une partie par le moyen d'une dalle ou gouttiere de bois ſur la piece de fonte où le laitier eſt pilé. Cette eau entraîne le laitier réduit en pouſſiere; mais comme elle entraîne auſſi, quoique plus difficilement, les petits grains de fer ou de mine, on ne la laiſſe pas s'épancher à la ſortie de la plaque. Elle eſt venue par un canal de bois de 12 ou 15 pieds de longueur, ouvert par-deſſus, qui eſt incliné comme la pente de l'eau le demande; ce qu'il a de particulier, c'eſt que d'eſpace en eſpace, il a de petits bouts de planches dipoſés les uns par rapport aux autres comme des degrés. Chaque degré a un rebord de quelques lignes de hauteur. Comme l'eau coule avec quelque vîteſſe le long de ce canal, ces rebords ne ſuffiſent pas pour arrêter le verre réduit en poudre fine; mais ils empêchent les grains de fer de deſcendre. Les plus gros demeurent aux premieres planchettes; les plus déliés vont juſqu'auprès des dernieres, mais toujours moins loin que le laitier.

Un homme eſt occupé à mettre de temps en temps de nouveau laitier ſous les pilons, & à ramaſſer le fer qui a été dégagé. Ce fer eſt preſque tout en grains ronds: il y en a beaucoup d'oblongs; mais on en trouve quelques-uns auſſi bien moulés que les grains de plomb à tirer. Il y en a de toutes ſortes de groſſeurs; depuis celle des balles de mouſquet, juſqu'à celle des plus petits grains. Si on cherche la raiſon de la rondeur de ces grains, on la trouvera en remarquant que les liquides qui ſont parmi d'autres liquides avec leſquels il ne ſe mêlent pas aiſément, prennent volontiers une figure

ronde. Quand on a enlevé le laitier de hallage, la fonte étoit mêlée avec la matiere vitrifiée ; les grains ferrugineux avoient donc une figure ronde pendant qu'ils étoient liquides : ils l'ont conſervée pendant qu'ils ſe ſont figés.

Au reſte les procédés qui regardent la fuſion de la mine, varient en différents pays. Ceux que nous avons rapportés, ſont cependant aſſez uniformes dans tout le Royaume. Il y a des endroits où l'on eſt obligé de brûler la mine, comme nous l'avons dit : il y en a d'autres où on la fond deux fois ; la matiere venue de la premiere fuſion n'eſt pas encore de bonne fonte. Boccone, dans ſon livre intitulé : *Muſeo di ſiſica & di experienze*, &c, page 244, dit qu'on en uſe ainſi dans les fourneaux qu'il a viſités auprès de Rome. On y jette la mine ; & de ſix heures en ſix heures on lui donne écoulement. On forme des maſſes de deux ou trois cents livres de cette premiere fonte. Il dit qu'elle eſt fort ſemblable à une marcaſſite blanche que l'on rencontre dans les montagnes. Quand elle eſt refroidie, on la caſſe en petits morceaux. Après que ~~le fourneau a~~ été vuidé, c'eſt-à-dire, apparemment après qu'on en a fait ſortir toute la matiere en fuſion, on y jette ces morceaux de la premiere fonte. Huit heures après, on débouche le trou pour la laiſſer écouler une ſeconde fois. La fonte, dit-il, venue de cette ſeconde fuſion, n'a plus la couleur de marcaſſite ; elle forme des pieces d'un fer brut, raboteux, inégal, ſemblables à des morceaux de vieux fer. Cette deſcription ne regarde apparemment que la ſurface extérieure de la fonte. Il dit que la mine dont on fait cette fonte eſt une terre rouge. Le fer y eſt peut-être plus embarraſſé dans la matiere terreuſe. Les parties de fer y ſont plus petites. Il faut, pour ainſi dire, la travailler plus d'une fois, pour faire la ſéparation parfaite.

ARTICLE I.

Des Fourneaux du Dauphiné, appellés Petits Fourneaux.

ON FOND dans le Dauphiné la mine de fer dans des fourneaux appellés *Petits Fourneaux*, qui n'ont qu'environ 21 pieds de hauteur, où le vent eſt excité par les ſoufflets à chûte d'eau (*Pl. V*) que nous avons décrits. La coupe horizontale de leur cavité eſt par-tout un trapeze dont deux des côtés ſont égaux. Le plus grand des côtés de ce trapeze eſt celui qui eſt du côté de la dame vers le fond du fourneau. Ce côté a un pied neuf pouces. Le côté qui lui eſt oppoſé & parallele, a un pied ſix pouces, & les deux autres côtés ont chacun un pied trois pouces. Depuis le fond juſqu'environ la moitié de ſa hauteur, le fourneau va en s'élargiſſant. Le trapeze formé par une coupe priſe à ce milieu, a quatre pieds ſix pouces du côté de la dame, trois pieds ſix pouces du côté oppoſé, & les deux autres

autres côtés ont chacun quatre pieds. Depuis cet endroit jusqu'au gueulard, le fourneau s'étrécit dans les mêmes proportions qu'il s'est élargi depuis le fond jusqu'au milieu.

Dans ces sortes de fourneaux, le côté de la dame ou le côté par où l'on donne écoulement à la fonte, & celui de la thuyere, sont les mêmes. Un seul tuyau appellé *Porte-vent* conduit l'air dans le fourneau. Le centre de cette thuyere y entre environ à quinze ou seize pouces de haut du fond. Au-dessous est le trou qui donne l'écoulement au laitier; & de l'autre côté & un peu plus bas, on ouvre celui par où l'on veut faire couler la fonte. Du reste leur construction n'a rien de particulier. Son mur s'éleve de deux côtés par des retraites, comme il paroît par la figure; mais cela peut convenir à tous les fourneaux, & contribuer à les rendre plus stables. Cette description est tirée des papiers de M. de Réaumur. *Voyez la Planche V, & son explication.*

Article II.

Fourneaux de la Navarre Espagnole.

Dans la Biscaye & la Navarre Espagnole, il y a des mines qu'on fond avec bien moins d'appareil, & dont on retire un fer qui passe pour un des plus doux de l'Europe. Voyez la Planche VI, & son explication pour mieux entendre le détail qu'en a fait M. de Réaumur.

Toute la capacité du fourneau n'a que deux pieds & demi de profondeur. Il ne ressemble point du tout à ceux dont nous avons parlé; mais il est peu différent de ceux où nous verrons dans la suite affiner la fonte pour la convertir en fer. Aux environs de Bayonne, on s'est servi autrefois de cette espece de fourneau pour tirer des mines de Biriatou [a] un fer de même qualité que celui d'Espagne; mais il y a plus de quarante ans (en 1716 [b]) que ces mines ont été abandonnées. On y fut contraint par l'eau; & le défaut de bois a fait qu'on ne s'est pas beaucoup embarrassé de chercher des moyens de l'épuiser. Comme les fers d'Espagne sont en grande réputation, & que cette façon de fondre les mines contribue peut-être à leur qualité, nous avons souhaité avoir un détail fidele des procédés, & des desseins exacts des fourneaux; & ce n'a pas été sans peine, que M. le Gendre, pour exécuter les ordres de S. A. R. a obtenu d'un Espagnol, Maître du fourneau Denderlats, situé sur la riviere de Bidassoa ou Bidasse, à l'entrée de la Navarre Espagnole, la liberté de faire lever les desseins dont nous avions besoin.

Toutes ces mines ressemblent assez à celles de la montagne d'Allevard

(a) Pour conserver la mémoire de ces mines, elles sont dans les montagnes de la Paroisse de Biriatou, au lieu appellé *Fagalmiaca*, dans le pays de Labour, frontiere de France, tenant ladite miniere d'un côté à la paroisse de Verra, entrée de la Navarre Espagnole, & de l'autre côté à la riviere de Bidassoa, vis-à-vis la paroisse Diron de la Province de Guipuscoa.

(b) L'observation étoit écrite en 1716.

en Dauphiné ; elles ſont en maſſe ou en roche, & on les tire comme les pierres des carrieres. On les fait brûler pendant vingt-quatre heures, comme nous l'avons dit; on les concaſſe en morceaux gros comme des œufs, & on les laiſſe pluſieurs mois expoſées à l'air avant de les fondre.

Le fourneau de fuſion eſt compoſé d'une chaudiere de cuivre qui a ſix pieds de diametre dans le ſens qu'elle en a le moins, & environ deux pieds & demi de hauteur; ſes parois intérieures & ſon fond ſont revêtus d'une maçonnerie d'un pied d'épaiſſeur, dont les pierres ſont liées avec de la terre à four. Enfin cette maçonnerie eſt revêtue elle-même de plaques de fonte de fer qui y ſont bien enchâſſées, & ce ſont ces plaques qui forment, à proprement parler, le creuſet. L'unique uſage de la chaudiere de cuivre eſt de le défendre de l'humidité. Le vuide ou le creuſet eſt un cône tronqué à baſe ovale. Il eſt plus large par en haut que par en bas. Par en haut ſon grand diametre eſt de près de quatre pieds & demi; ſon petit diametre a un demi-pied de moins. Par en bas il n'a que trois pieds quatre à cinq pouces dans le ſens où il eſt le plus large, & un peu moins dans l'autre.

L'ouverture de la thuyere eſt à environ dix-huit pouces du fond. A un des bouts des petits diametres, elle reçoit les buzes de deux ſoufflets de cuir, inclinés ſous un angle qui approche de quarante degrés. L'uſage des ſoufflets de bois n'eſt pas encore connu dans le pays. Près du fond, le fourneau eſt percé par un autre trou de quelques pouces de diametre incliné vers le dehors. Il eſt à un des bouts de la plus grande longueur. C'eſt par ce trou qu'on fait ſortir le laitier; car ici c'eſt la ſeule matiere qui ſorte fluide. On ne retire la fonte qu'en maſſe aſſez dure.

Il y a encore un troiſieme trou, mais incliné de dehors en dedans, dont l'ouverture extérieure n'eſt qu'à quelques pouces du bord ſupérieur du fourneau; elle laiſſe paſſer un ringard, avec lequel on remue de temps en temps la matiere qui eſt dans le fourneau.

La chaudiere de cuivre ne s'applique pas contre toute la ſurface extérieure du fourneau. Elle l'abandonne de chaque côté à quinze ou ſeize pouces de l'ouverture qui donne écoulement au laitier, & cela pour former au-devant un demi-ovale, coupé ſur ſon petit axe, & dont la moitié du grand axe a deux pieds & demi de longueur.

On couvre le fond du creuſet ou fourneau d'une couche de charbon de hêtre. On n'emploie le charbon de chêne qu'au défaut de celui-ci. On l'allume par le moyen des ſoufflets mus à l'ordinaire par l'eau. Quand ce charbon eſt bien enflammé, que le fourneau eſt échauffé, on pouſſe preſque tous les charbons dans le demi-ovale qui eſt du côté de la thuyere, & on jette la mine dans le demi-ovale oppoſé. On la couvre enſuite de charbons; on y en porte de nouveaux, à meſure que les premiers ſe conſument; on

porte auſſi en même temps un peu de mine plus menue que la premiere. Le feu pouſſé avec violence contre la mine la met en fuſion ; la matiere terreuſe vitrifiée, ou le laitier, s'en dégage. On le fait écouler en débouchant de temps en temps l'ouverture la plus proche du fond. A l'égard des parties de fer elles ſe précipitent ; elles ſe joignent enſemble ; le ringard qu'on fait entrer par l'ouverture ſupérieure, & qu'on remue dans le fourneau, facilite encore cette réunion ; mais arrivées au fond du fourneau & dépourvues de laitier, il leur manque une partie de la chaleur & du liquide étranger, néceſſaire pour leur donner à elles-mêmes de la fluidité ; de ſorte qu'elles ne forment qu'une maſſe un peu molle, dont le volume s'augmente à meſure que de nouvelle mine ſe fond.

La fuſion d'environ 600 liv. de mines eſt faite en quatre heures. Alors on prend la maſſe de fer qui eſt au fond du fourneau ; pendant que des Ouvriers la ſoulevent avec des ringards, d'autres la ſaiſiſſent avec des tenailles, & la portent ſur une enclume où ils la font frapper par un marteau qui peſe environ 400 liv. La ſuite de ce travail regarde plus le Forgeron que le Fondeur. Nous en parlerons quand nous verrons convertir le fer en barres.

Mais il y a une remarque que nous ne pouvons nous empêcher de faire, c'eſt que dans les pays voiſins on a auſſi de grands fourneaux ſemblables aux premiers que nous avons décrits, mais qu'on n'y fond que les mines qu'on veut mouler en fonte ; d'où il ſemble que l'expérience a appris que cette petite eſpece de fourneau eſt plus propre pour faire le fer doux, & le raiſonnement eſt aſſez d'accord avec l'expérience. 1°, Il y a apparence qu'il reſte plus de laitier dans les gueuſes que dans les fontes qu'on retire ainſi en maſſe du fond du fourneau. 2°, Mais une autre circonſtance qui mérite peut-être plus d'attention, c'eſt qu'en donnant écoulement à la gueuſe, en expoſant cette matiere bouillante à l'air froid, & la faiſant entrer dans un moule encore plus propre à la refroidir ſubitement, on fait peut-être plus que lorſque l'on trempe le fer pour le changer en acier. Auſſi les grains des fontes moulées en gueuſes, approchent-ils de ceux des aciers. Cette eſpece de trempe leur donne une diſpoſition à devenir un fer aigre & caſſant, qu'il n'eſt pas aiſé de leur faire perdre, au lieu qu'on porte ici la matiere toute bouillante ſous le marteau. 3°, Enfin la matiere portée ſous le marteau eſt plus molle que celle qui a été fondue dans les affineries ; les coups en expriment plus aiſément le laitier. Mais on verra mieux combien cette différence de procédés, toute petite qu'elle eſt, peut influer ſur la qualité du fer, quand on aura lu les deſcriptions des différentes forges & des fabriques d'acier. Peut-être au reſte qu'il y a quantité de mines trop difficiles à fondre pour être traitées de la ſorte.

On en fond de celle-ci entre 6 à 7 quintaux, en quatre à cinq heures. On en met la premiere fois dans le fourneau près de 2 à 3 quintaux, & on

jette le reste avec le charbon, dont on consume à peu-près autant pesant que de mine. On assure que de 675 liv. de mine, on retire environ 225 liv. de fer en barre, ce qui est un produit assez considérable.

ARTICLE III.

Fourneaux du Pays de Foix, Béarn & Roussillon.

POUR entendre mieux ce que M. de Réaumur dit de ces Fourneaux, il faut avoir recours à la Planche VII, & à son explication.

La réputation où sont les fers d'Espagne, nous a déterminé à décrire leurs pratiques pour la fonte des mines de fer, avant de parler des pratiques à peu-près semblables qui sont en usage chez nous. Le Béarn, le Comté de Foix & le Roussillon se ressentent, sur cet article, du voisinage de l'Espagne. Ces pays fournissent de fort bons fers, qui sont aussi tirés de mines en roche; on fait aussi griller ou brûler ces mines; on les concasse par petits morceaux, & on les fond dans de petits fourneaux, qui ne different de ceux de la Navarre Espagnole, que parce qu'ils ne sont pas logés de même dans une grande chaudiere de cuivre, en un mot, ces fourneaux ressemble fort à ceux où nous verrons affiner le fer, qu'on appelle *Affineries* dans la plûpart des Provinces du Royaume, & *Renardieres* dans quelques autres. Dans le Béarn, le feu y est animé par des soufflets de cuir; & dans le pays de Foix, par des soufflets à chûte d'eau, appellés *Trompes*, dont nous avons donné la description dans le deuxieme moyen de l'Art du Feu appliqué aux forges & fourneaux à fer. La Planche VII, où les soufflets du pays de Foix sont représentés, fera voir aussi la figure simple du fourneau, dont il seroit inutile de donner une plus longue description. Nous remarquerons seulement que dans ceux de Foix, on fond en cinq heures environ cinq quintaux de mine, dont on retire une masse de fer pesant depuis deux jusqu'à trois quintaux, selon la richesse de la mine. Cette masse est à peu-près ronde; on l'appelle *Masse*.

Une autre remarque plus importante qu'il nous reste à faire, c'est que dans tous ces fourneaux, & de même dans ceux de la Navarre Espagnole, on ne donne à la mine aucun autre fondant que le charbon; l'usage de la castine y est entiérement inconnu. On en peut soupçonner plusieurs raisons; mais il n'y a que des expériences qui puissent faire décider quelle est la véritables. Peut-être est-ce que ces mines sont de nature à ne pas demander de fondants étrangers. Peut-être que le grillage en rend l'usage inutile. La mine dépouillée de la plûpart des ses soufres superflus, n'est plus si fort en danger de se brûler; delà vient apparemment qu'on ne mêle point aussi de castine avec la mine en roche d'Allevard en Dauphiné, quoiqu'on la fonde dans de grands fourneaux, pareils à ceux des autres Provinces du Royaume; car on fait toujours cuire ou griller cette mine avant de la porter

au

au fourneau. Nous allons encore trouver dans les pays étrangers des exemples de mines auxquelles on n'ajoute point de caſtine, mais qu'on a ſoin de faire griller.

ARTICLE IV.

Des Fourneaux d'Allemagne.

» NOUS n'avons pas été à portée de voir par nous-mêmes, (c'eſt toujours » M. de Réaumur qui parle), les fourneaux qui ſont en uſage en Allemagne; » mais la protection que S. A. R. Monſeigneur le Duc d'Orléans donne aux » Sciences, ramene, pourainſi dire, tout ſous nos yeux. Pour exécuter ſes » ordres, M. d'Angervilliers a envoyé en Allemagne le ſieur Anthés, » Maître de Forges intelligent, & lui a joint un Deſſinateur habile. Le premier a raſſemblé des Mémoires ſur la conſtruction des fourneaux. Ces » Mémoires ſont datés de Straſbourg du 10 Avril 1719.

» Les fourneaux d'Allemagne ne ſont pas ſeulement différents des nôtres » par quelques circonſtances; ils different même entr'eux. Dans les uns, on » donne écoulement à la fonte comme dans nos fourneaux ordinaires du » Royaume: on retire des autres la fonte en maſſe ſolide, comme on la » retire de nos fourneaux de Béarn, Rouſſillon, Pays de Foix & de Navarre. » Ce ſont ceux dont nous parlerons d'abord: leurs procédés ſe trouvent » naturellement placés à la ſuite de ceux que nous venons de rapporter.

§. I. *Fourneaux d'Allemagne, dont on tire la matiere en maſſe ſolide.*

» LES DESSEINS de ces fourneaux (*Pl. VIII*), ont été pris à » Forderberg, qui eſt un Bourg de Stirie, éloigné de Lenben de quatre » lieues. Ce Bourg ſeul a quatorze fourneaux pareils, qui fourniſſent une » partie de la fonte dont on fait l'acier de Stirie, & outre cela, dequoi faire » beaucoup plus de fer. Quoiqu'on en tire la fonte en maſſe, ils reſſemblent » plus à nos grands fourneaux du Royaume, à ceux où l'on donne écoulement à la fonte, qu'aux petits de Béarn, Navarre, pays de Foix & Rouſſillon. Ce ſont réellement de grands fourneaux; leur baſe eſt un rectangle » preſque quarré. Le côté des ſoufflets & celui qui lui eſt oppoſé, ont » chacun par dehors treize pieds & demi de roi: les deux autres côtés ont » chacun onze pieds & demi. La hauteur réelle du fourneau (je la prends » depuis le fond juſqu'à l'ouverture qui reçoit le charbon & la mine) eſt de » quatorze pieds quatre pouces; mais la hauteur apparente eſt bien plus » conſidérable : au lieu que la plate-forme du deſſus des nôtres n'eſt entourée que d'une eſpece de parquet; de deſſus celles-ci il s'éleve une » cheminée qui a quelquefois plus de 18 pieds: ainſi le fourneau ſemble » avoir plus de 32 pieds de hauteur.

» Extérieurement il va en se rétrécissant depuis la base jusqu'à l'origine de » la cheminée. Les côtés qui en bas ont treize pieds & demi, n'en ont » en haut que onze; & ceux qui ont onze pieds & demi en bas, n'ont » que neuf pieds ou neuf pieds sept pouces en haut. La cheminée se rétrécit » aussi à mesure qu'elle s'éleve.

» Ces sortes de fourneaux se chargent par en haut; ainsi les Ouvriers » qui les chargent, sont dessous la cheminée: c'est pour leur donner entrée » que trois des côtés de la cheminée ont des arcades qui forment des especes » de portes qu'on ne bouche jamais. Il n'y a que le côté des soufflets, qui » n'ait point de pareille porte; mais il donne une autre commodité aux » Chargeurs; depuis trois pieds & demi de hauteur ou environ, au-dessus » de l'ouverture du fourneau ou gueulard, il s'avançe, selon un plan » incliné, jusqu'au bord de l'ouverture; il l'entoure même en partie, & prend » sa figure. Dans toute sa hauteur, il a une courbure qui forme environ une » moitié d'entonnoir, qui ne manque jamais de conduire dans le fourneau » les matieres qu'il a reçues. Le Mémoire de Me Anthés ajoute que dans le » coin de ce talus, en haut du côté de la roue, il y a un trou qui a huit » pouces en quarré, dans lequel tombent les étincelles qui descendent dans » un conduit, & qui produisent une matiere dont on se sert pour mettre » dans le bas du fourneau, afin que la masse ne s'y attache pas.

» A l'égard de la maçonnerie du propre corps du fourneau, elle n'a d'autre » voûte que celle qui reçoit les têtes des soufflets. L'embrasure qui se trouve » à nos fourneaux du Royaume du côté de la dame, du côté où l'on donne » écoulement à la fonte, manque à ceux-ci. On tire la masse de fonte solide » par le même côté où sont les soufflets; la voûte sous laquelle ils sont en » partie, a quatre pieds cinq pouces de hauteur à son entrée, huit pieds neuf » pouces de largeur. Immédiatement au-dessus des buzes des soufflets, il y » a une gueuse de fer qui est la piece solide qui soutient les parois, & qui » tient lieu des voussoires des voûtes. Depuis cette gueuse jusqu'au fond du » fourneau, il y a un pied huit pouces. Cette hauteur sur une largeur d'environ » cinq pieds deux pouces, est la porte par laquelle on fait sortir du fourneau » la masse de fer qui y a été fondue. Cette ouverture n'est gueres bouchée » plus solidement que l'est, dans nos fourneaux ordinaires, l'espace qui est » auprès de la dame.

» L'intérieur du fourneau depuis le gueulard, ou l'ouverture supérieure, » jusqu'à environ quatre pieds & demi du fond, forme une espece d'en- » tonnoir ovale renversé. L'ouverture supérieure, dans son plus grand diame- » tre, n'a que deux pieds, & un pied & demi dans son plus petit; & lorsque » cette cavité est parvenue, en s'élargissant insensiblement à quatre pieds & » demi du fond dans son plus petit diametre, depuis le côté de la thuyere » jusqu'à celui du contrevent, il y a quatre pieds un pouce huit lignes, &

» cinq pieds & un pouce entre les deux autres faces oppoſées. Il eſt pourtant » à remarquer qu'ils s'élargiſſent plus du côté des ſoufflets que du côté du » contrevent; l'un s'incline moins que l'autre. Des 2 pieds & 7 pouces d'é» cartement, le côté des ſoufflets en prend deux pieds, & n'en laiſſe qu'en» viron ſept pouces au côté du contrevent. Les deux autres côtés ont cha» cun une inclinaiſon égale. Delà en en-bas le fourneau conſerve la même gran» deur; mais il a pris une figure différente de celle qu'il a plus haut. Sa circon» férence, ſa coupe horizontale n'eſt plus ovale. Il n'y a d'oval que le côté » du contrevent. Celui de la thuyere eſt taillé en ligne droite. Les deux côtés » qui touchent celui-ci, font auſſi avec lui un angle droit. Ces côtés s'arron» diſſent ſeulement pour y joindre celui du contrevent.

» Ses parois ſont revêtus d'une couche de terre à Potier de terre à creuſet, » qui, par en bas, a un pied d'épaiſſeur, & par en haut ſeulement un demi» pied. On eſt obligé de raccommoder cet enduit une fois ou deux par an. » Le fond eſt auſſi recouvert d'une couche de pareille terre, épaiſſe de ſept » à huit pouces. Elle eſt ſoutenue par une pierre de grès auſſi grande que » le fond même. Cette terre du fond doit être bien de niveau. On tient la » ſurface plus baſſe de quatorze pouces, que celle du terrein du dehors » du fourneau.

» Nous avons dit que chaque fois qu'on a retiré une maſſe de fonte du » fourneau, on ouvre un trou du côté des ſoufflets depuis la gueuſe de » fer dont nous avons determiné la poſition juſqu'en bas : il faut donc rebou» cher ce grand trou chaque fois qu'on veut rallumer le feu. On le fait en » partie avec une terre jaune qui peut être chauffée plus bruſquement que » celle qui revêt les parois. On met d'abord une piece de cette terre large » de ſix pouces, & épaiſſe de ſix, au milieu de l'ouverture; elle avance d'un » pied en dedans l'ouvrage, ou en dedans le fourneau. Sur cette piece on » bâtit la thuyere, qu'on fait auſſi de pareille terre. Un noyau de bois la ſou» tient pendant qu'on la forme. On ne donne à cette thuyere qu'environ deux » pouces de diametre du côté de l'Ouvrage; mais le côté qui reçoit les bu» zes des ſoufflets, eſt plus évaſé. Il a au moins trois à quatre pouces. On a » grande attention à poſer la thuyere bien de niveau, & à la placer préciſé» ment à ſept pouces du fond.

» Le reſte du vuide de cette eſpece de bouche du fourneau, ſe remplit » avec des pieces de terre qui ont une hauteur égale à celle de l'ouverture, » larges d'environ huit pouces, épaiſſes par en bas de quatre pouces, & » ſeulement de deux par en haut. On bouche les intervales que ces pieces » laiſſent entr'elles avec une terre pareille à la leur. Mais il eſt à remarquer » que de crainte qu'il n'arrive à ces pieces de plier vers le dedans du four» neau, on ne les poſe qu'après l'avoir rempli de charbon.

» Les ſoufflets ſont ici de bois, ſemblables à ceux de nos fourneaux, à

» cela près qu'ils ſont plus petits, parce qu'on eſt obligé de les remuer ſou-» vent. Leurs buzes plongent un peu dans la thuyere. Elles ſont éloignées » de la thuyere dans les uns de trois pouces, dans les autres de quatre & » plus ; & j'ai remarqué, dit Me Anthés, que ceux qui étoient avancés le » plus vers le trou de la thuyere, étoient ceux qui alloient le mieux, parce » que le vent pénétroi mieux dans l'ouvrage.

» La mine qu'on jette dans les fourneaux de Forderberg, eſt de la mine » en roche. On la tire du roc d'une montagne éloignée de deux lieues de » ce Bourg. Cette montagne, ſelon la tradition du pays, en fournit depuis » plus de mille ans. On la concaſſe en morceaux qui égalent au plus en » groſſeur des œufs d'oie. Après quoi on la fait griller ou cuire dans des » fours qui ſont proches des fourneaux à fondre.

» Chaque fois qu'on veut mettre le feu au fourneau, on commence par » le remplir entiérement de charbon ; on lui en fait même un comble qui » s'éleve le long du demi-entonnoir que nous avons décrit. Sur ce char-» bon on étend deux *cuveaux* comblés de mine recuite. Le cuveau a en de-» dans de hauteur un pied huit pouces & quelques lignes. Par en haut, il » a en quarré un pied huit pouces, & par en bas un pied ſix pouces quatre » lignes.

» Le fourneau ainſi chargé, on fait agir les ſoufflets ; & quand le char-» bon & la mine ſont deſcendus environ un pied au-deſſous de l'ouverture » du fourneau, on remplit ce vuide de charbon ; on ramaſſe la mine qui eſt » tombée ſur les bords du trou ; on la fait entrer dedans ; ce qu'on répete » quatre fois de ſuite.

» Lorſque le charbon a encore baiſſé, on recharge le fourneau de la » groſſe charge. La groſſe charge eſt compoſée de deux cuveaux de mine ; » cette groſſe charge ſe met cependant à deux fois, & en fait deux petites. » On donne ainſi au fourneau quatre groſſes charges ou huit petites. Les trois » premieres ſont égales ; mais les deux dernieres ne ſont que la moitié » d'une des autres ».

Nous remarquerons en paſſant qu'il n'entre point de caſtine dans les charges ; qu'on ne s'en ſert point ici, non plus que toutes les autres fois que nous avons vu employer la mine cuite.

Les huit charges dont nous venons de parler, tiennent le fourneau en feu pendant environ 18 heures. Quand la derniere y a été une fois jettée, on laiſſe agir les ſoufflets juſqu'à ce que le fourneau ſe ſoit vuidé, & que le charbon ſoit entiérement conſumé.

On a ſoin ici, comme dans nos fourneaux ordinaires, de donner écoulement au laitier. Pour cela, après chaque charge, on perce le fourneau avec un ringard, environ un pied au-deſſous de la thuyere, quelquefois de l'un & de l'autre côté de cette thuyere, quelquefois d'un côté ſeulement. On bouche

bouche ensuite avec de la terre les trous qui ont laissé sortir le laitier. On connoît à la flamme, dit l'Observateur, la quantité du laitier. Quand il y en a trop, la flamme est rouge ; quand il y en a peu, elle est blanche.

Quand le charbon est presque consumé, on songe à tirer du fourneau la fonte qui en occupe le fond. Les soufflets embarrasseroient ; on les ôte de leur place ; on les met à côté, on abat ce mur de terre jaunâtre qui va depuis le fond du fourneau jusqu'à la gueuse de fer qui soutient la voûte. Cette large ouverture étant faite, on retire avec des crochets, tout le charbon qui y étoit resté ; on a même soin de l'éteindre, parce qu'il peut servir encore pour le grillage de la mine. On retire de même tout le laitier, toute la crasse qui environne la masse de fonte ; on la découvre bien de toute part ; on creuse un peu la terre tout autour de cette masse, afin de pouvoir la remuer plus facilement. Il n'est pas aisé d'en approcher par la grande chaleur qu'elle répand. Pour la modérer, on jette dessus une dixaine de baquets d'eau ; quatre hommes ensuite la soulevent peu-à-peu environ d'un demi-pied avec des ringards de fer. Quand elle a été ainsi soulevée, ils jettent encore dessous environ dix autres baquets d'eau.

Cette masse s'appelle un *Halmus*. Elle pese quelquefois 1800. Elle a la figure du fond du fourneau ; son épaisseur va depuis sept jusqu'à huit à neuf pouces. Ce seroit un grand ouvrage, que de la retirer à bras d'hommes ; on emploie une force moins coûteuse & moins embarrassante à appliquer, celle de l'eau qui fait mouvoir les soufflets. On entoure cette masse d'une chaîne de fer ; on en accroche à celle-ci une autre qui tient à l'arbre des soufflets ; on donne l'eau à la roue de cet arbre, & aussi-tôt la masse est tirée. Au moyen même des poulies de retour, on la conduit du côté qu'on veut, & on la couvre avec du frasil.

On travaille ensuite à la diviser en deux, afin qu'elle soit plus maniable. Deux hommes s'occupent à y faire une entaille d'environ trois pouces de profondeur, avec des ciseaux bien acérés ; ils la laissent en cet état jusqu'au lendemain qu'ils achevent de la fendre avec des coins de fer.

On se sert aussi dans la plupart de ces fourneaux de l'eau des soufflets pour enlever plus commodément la mine. Sur ce même courant, il y a une roue autour de l'arbre de laquelle une corde se devide. Cette corde passe sur une poulie soutenue à la hauteur du commencement de la cheminée du fourneau. On éleve ici le cuveau plein de mine, comme on tire un seau d'eau d'un puits. Il y a même en quelques endroits des crochets qui font renverser ce cuveau quand il est rendu où il doit arriver. Cela devroit être représenté dans la Planche VIII, si le dessein eût été levé par nos dessinateurs ordinaires ; mais il est aisé de suppléer d'idée à ce qui y manque.

§. II.

Fourneaux d'Allemagne où l'on donne écoulement à la fonte.

Les fourneaux d'Allemagne où l'on donne écoulement à la fonte, ressemblent assez à nos grands fourneaux du Royaume. Ils ont pourtant, comme les derniers que nous venons de décrire, une haute cheminé que n'ont pas les nôtres. Les desseins de ceux que nous avons fait graver *Pl. IX*, (ceci est toujours extrait de M. de Réaumur,) ont été pris à Durach en Stirie, & à Gmind en Carinthie. La base du massif de maçonnerie, est un quarré dont les côtés ont quatorze pieds deux pouces; leur hauteur jusqu'à l'origine de la cheminé, est de dix-sept pieds. Là les côtés de la maçonnerie n'ont que douze pieds. La masse se rétrécit à l'ordinaire, à mesure qu'elle s'éleve. Le trou par où l'on jette la mine & le charbon, est quarré, & a dix-huit pouces & demi de chaque côté. Depuis cette ouverture, le fourneau va en s'élargissant jusqu'à la moitié de la hauteur où les deux parois paralleles sont distantes de quatre pieds. La capacité du fourneau diminue ensuite jusqu'au fond, où il a, comme à l'ouverture supérieure, dix-huit pouces & demi en quarré. L'ouvrage est construit de pierres qui résistent au feu, & les parois supérieures sont revêtues de terre.

La thuyere est seulement à 8 pouces du fond, apparemment parce qu'on n'a pas besoin d'une grande cavité pour contenir la fonte, parce qu'on la coule de deux heures en deux heures, ou au plus de trois heures en trois heures. On n'y veut que des gueuses de trois à quatre quintaux; mais ce que cette thuyere a de plus singulier, c'est son obliquité qui est telle que si le vent arrivoit jusqu'au fond du fourneau, en suivant la direction qu'elle lui donne, il rencontreroit ce fond à un endroit plus proche d'environ trois pouces du côté de la thuyere, que de celui du contrevent.

Ici on retrouve la dame & l'embrasure sur laquelle elle est placée; car on ne donne pas écoulement à la fonte par la face où sont les soufflets.

La mine qu'on jette en ces fourneaux de Durach en Stirie, & à Gmind en Carinthie, est de la mine en roche comme celle de Forderberg, qu'on a eu soin de faire griller, comme nous l'avons dit premiere Section. Nous ferons encore observer que l'on ne se sert point de castine dans ces fourneaux d'Allemagne, si ce n'est dans quelques circonstances rares, lorsque le fourneau semble s'embarrasser par des matieres mal fondues.

Le charbon qu'on emploie dans ces fourneaux, & dans les forges du même pays, est de bois de sapin.

Dans les Etats de Venise voisins de l'Allemagne, les fourneaux ressemblent à ceux de Durach & de Gmind en Carinthie, à cela près qu'ils n'ont qu'une voûte. On donne écoulement à la fonte du côté des soufflets, ou

au bas de cette voûte. On fait les gueuſes de cinq à ſix quintaux; mais afin de n'être pas dans la néceſſité d'ôter les ſoufflets chaque fois, on les place haut. Ils pouſſent leur vent dans un tuyau recourbé qui le conduit dans l'ouvrage. Les petites forges de nos Orfevres peuvent donner quelque idée de cette diſpoſition. On voit ſouvent leurs ſoufflets élevés juſqu'au haut de la cheminée.

La mine qu'on fond dans un de ces fourneaux à Bagolino, éloigné de 15 lieues de Breſcia, eſt blanche, feuilletée ou talqueuſe. On la fait cuire dans des eſpeces de four à chaux, avec du bois & non avec du charbon, comme on le pratique dans les fours d'Allemagne; mais on l'arroſe comme nous avons vu arroſer les mines grillées en Carinthie. On la fait fondre auſſi ſans caſtine.

Article V.

Des Fourneaux de l'Angoumois & du Poitou, tirés du Mémoire couronné par l'Académie de Beſançon, en 1756.

Avant d'entrer en matiere ſur la diſpoſition d'un fourneau à fondre la mine de fer, l'Auteur ſe croit obligé de dire quelque choſe de la propriété de celles qu'il a connues, perſuadé que l'expérience eſt le plus ſûr flambeau qui puiſſe guider dans une route qu'on ne parcourt qu'à tâtons, toujours à grands frais, & dans laquelle il feroit à propos, pour le bien public, de ne voir que des hommes conſommés, en état de profiter de leurs épreuves.

Les mines de fer ſont réfractaires à proportion des parties hétérogenes dont elles ſont chargées. Elles le ſont plus lorſqu'on les tire d'une terre graſſe. Cette eſpece de mine preſque toujours riche, cauſe ſouvent dans le fourneau des embarras conſidérables, & dérange même un fondage dans ſes commencements, ſi l'intérieur du fourneau n'a pas des diſpoſitions capables de parer à ces inconvénients.

De toutes les mines de fer les plus faciles à fondre, ſont celles qu'on trouve dans une terre ſabloneuſe & caillouteuſe, ſans doute parce que les ſables & les cailloux de nature à ſe vitrifier, occupent moins de degrés de chaleur que les terres graſſes, étant impoſſible, quelque attention qu'on ait à faire laver les mines, de les débarraſſer en entier de leurs impuretés.

Toutes les mines de fer ſont encore réfractaires, eu égard à la groſſeur de leurs grains qui ne préſentant à l'action du feu que des ſolides difficiles à déſunir, en retardent les effets plus long-tems que ſi ces ſolides rompus, avant que de les mettre au fourneau, multiplioient leurs ſurfaces, ce qui feroit entrer plus vîte la matiere en fuſion.

Il eſt donc eſſentiel de bien laver les mines & de les caſſer en petits morceaux; il ne l'eſt pas moins de faire caſſer la caſtine, qu'on ſuppoſe ſuffiſamment éprouvée.

Après avoir pris les plus ſages précautions, on doit établir un fournea dans les proportions relatives aux eſpeces de mines qu'on veut y fondre, le revêtir d'une épaiſſe maſſe à chaux & à ſable; ou, ſi la pierre eſt rare & qu'on ſoit obligé de ſe ſervir de ſimple terre battue entre les murs, il faut au moins paver le deſſus tout autour du gueulard, de façon que les eaux s'égouttent ſans la pénétrer. Il eſt encore eſſentiel d'en éloigner tout ce qui peut rafraîchir l'ouvrage, en faiſant les canaux qui conduiſent l'eau à la roue, à chaux & à ciment, ainſi que ceux qu'on fait ſous terre pour écouler les eaux. Comme l'Auteur du Mémoire nous a donné la diſpoſition de deux fourneaux, un pour les mines chargées de terre graſſe, & un pour celles qui n'en ſont pas chargées, nous les rapporterons ſéparément.

§. I.

Diſpoſition d'un fourneau à fondre les Mines de fer chargées en partie de terre graſſe.

Hauteur du fond au gueulard, ...	21 pieds	5 pouces.
Largeur du gueulard, ...		24
Sa largeur ſur la tympe, ...		18
Sa largeur ſur la ruſtine, ...		15

Ce fourneau a huit pans inégaux.

Les deux ſur la longueur de 24 pouces ont . .	18
Celui de deſſus la tympe, ...	13
Le pan ſur le pied de ruſtine, ...	11
Les deux petits ſur la tympe ont	4 ½
Les deux ſur le pied de ruſtine, ...	4

On fait un chaſſis de cette dimenſion dans les trous duquel on paſſe des cordeaux que l'on élargit, les éloignant à proportion juſqu'à la cuve du fourneau, à l'aide deſquels on place les briques qui ſervent à faire les parois: elles doivent être bien cuites pour réſiſter à la vivacité du feu.

Ces proportions plus petites que celles dont ont ſe ſert pour conſtruire un fourneau à fondre des mines de fer tirées d'une terre maigre, ont paru néceſſaires pour éviter les embarras que cauſent les mines graſſes, parce qu'alors l'air ſpécifique excite avec plus de force la chaleur dans les endroits où ces embarras commencent à ſe former, ce qui les détache & en arrête le progrès.

Les fourneaux ſont toujours plus longs que larges, parce qu'il eſt néceſſaire d'oppoſer à la ténacité du métal, une force ſupérieure pour le faire entrer en fuſion, ce qu'on fait en ſerrant l'ouvrage au creuſet dans lequel la matiere ſe précipite à l'endroit qui eſt vis-à-vis le jeu des ſoufflets; en ſorte qu'un ouvrage qui a, de la tympe au pied de ruſtine, 24 pouces, n'en a que 18 du contrevent à la thuyere.

Diſpoſition

Disposition de l'ouvrage de ce Fourneau.

On trouve ordinairement dans le voisinage des forges, sur-tout dans les terres sablonneuses, des pierres de différentes couleurs qu'on appelle *Grison.* Ce sont des sables pétrifiés qui résistent fortement au feu. Avec une provision de ces pierres & du sable le moins terreux, on construit ainsi l'ouvrage.

On attache au milieu du gueulard un cordeau, au bout duquel pend un plomb qui sert à poser la pierre du fond. Ensuite on place celle du pied de rustine, après laquelle on pose la pierre de dessous de la thuyere, dans laquelle on creuse la place du fer qu'on doit mettre sous les buzes des soufflets. On éloigne de 18 pouces 6 lignes la thuyere du fond. L'entrée de la thuyere dans l'ouvrage est large de quatre pouces & demi. Du coin de la thuyere au pied de rustine, dimension appellée *Petite Varme*, il y a 8 pouces 6 lignes. Du coin de la tympe de pierre, dimension appellée *Grande Varme*, il y a onze pouces. On place ensuite la premiere pierre du contrevent qui doit être éloignée de celle de la thuyere, le long du pied de rustine, de 13 pouces; vis-à-vis le milieu de la thuyere, 15 pouces; & le long de la tympe, 18 pouces.

Quand ces pierres essentielles sont posées, il faut les garnir par derriere, jusqu'à l'épaisseur de la masse du fourneau, de sable bien battu dans lequel on peut mêler des meilleurs débris de l'ancien ouvrage, en sorte que le tout fasse un corps impénétrable.

On continue l'opération en montant d'autres pierres sur ces trois premieres, à la hauteur de 5 pieds 6 lignes, & creusant dans celle qu'on met sur la premiere pierre de thuyere, une petite voûte pour donner aux Gardes la liberté d'y travailler en cas de besoin. Ces pierres doivent être évasées, savoir, les pierres de thuyere & de rustine de deux pouces à la naissance des étalages, celle du contrevent de quatre pouces. On garnit par derriere comme il est dit ci-dessus. Il faut après cela placer les costieres, qui sont deux pierres qu'on met au bout des deux premieres de la thuyere & du contrevent, en sorte qu'elles ayent 25 pouces de l'une à l'autre, le long de la dame, & que tout l'ouvrage ait quatre pieds de long, du pied de rustine jusqu'à la dame. Les pierres de *tympe* servent à fermer l'ouvrage. Elles sont évasées à la naissance des étalages de quatre pouces, comme celles du contrevent, & posées à dix-huit pouces du fond, pour donner entrée aux ringards avec lesquels les Gardes décrassent l'ouvrage.

Après avoir posé les pierres, on fait par-dessus les étalages avec des morceaux des mêmes pierres & du sable battu à force de bras; il faut monter celui qui est sur la thuyere de quatre pieds & demi, les trois autres seulement de trois pieds & demi, un peu plus plats sur les tympes & le pied de rustine,

que ſur le contrevent, de façon que tout ce compoſé ait la figure d'une trémie irréguliere.

De toutes les parties d'un ouvrage de fourneau à fondre la mine de fer, celle qui doit être la plus échauffée & la moins embarraſſée, c'eſt le fond qui reçoit la matiere. Cette raiſon oblige à placer les ſoufflets à 18 pouces & demi pour fondre les mines graſſes qui entraînent avec elles des parties non métalliques, qu'on ne pourroit réduire, ſi on ne favoriſoit le travail des Gardes par la proximité des ſoufflets. Il ſeroit même néceſſaire de placer la thuyere à 17 pouces du fond, ſi toutes les mines à fondre étoient tirées d'une terre graſſe : on opéreroit plus ſûrement, en faiſant à la vérité moins de matiere, parce que plus on éloigne l'aire des ſoufflets de la cuve de ſon fourneau où la mine ſe fond, moins l'action du feu eſt vive, & moins par conſéquent on peut y fondre de mine.

On place la thuyere ſouvent plus près du pied de ruſtine que de la tympe, afin de tenir par ce moyen la partie que les Gardes décraſſent avec le plus de difficulté, moins ſujette aux embarras que les autres.

On donne ici aux pierres de thuyere & de ruſtine moins d'évaſement, parce que les matériaux qui paſſent deſſus, n'ont pas beſoin d'être portés au centre du vent. Ils en ſont aſſez proches par la diſpoſition de l'ouvrage, à la différence de ceux qui tombent ſur les pierres du contrevent & des tympes, à qui il faut une pente proportionnée à leur éloignement. On la donne égale aux tympes & au contrevent, quoique les tympes ſoient plus près de la thuyere, parce que les matériaux ſont moins échauffés dans cette partie par l'air qui tourbillonne, que ceux qui tombent ſur le contrevent où la direction du vent eſt plus forte.

On éleve la partie des étalages qui portent ſur la thuyere plus que les autres, pour éloigner les mines qui entraînent avec elles des parties non réduites, ce qui empêcheroit le jeu des ſoufflets, & conſéquemment refroidiroit l'ouvrage. Les deux parties qui ſont ſur les tympes & ſur le pied de ruſtine, ſont un peu plates, afin de favoriſer la deſcente des matériaux au centre de l'ouvrage.

§. II.

Diſpoſition d'un Fourneau propre à fondre les Mines de fer non chargées de terre graſſe.

Du gueulard au fond il y a	25 pieds	6 pouces.
Le gueulard a de long	3	
De large	1	9
Ce fourneau eſt auſſi à huit pans.		
Les deux pans ſur la longueur de trois pieds ont .	1	9
Le pan ſur la tympe a	1	4

Celui ſur le pied de ruſtine a	1	3
Les quatre petits pans ont	8	

Il faut faire un chaſſis comme ci-deſſus, & opérer avec les cordeaux de la même façon. On fond à la forge de Verrieres près Poitiers, depuis très-long-temps à profit dans un fourneau de cette eſpece.

Diſpoſition de l'Ouvrage de ce Fourneau.

Il faut obſerver dans cet ouvrage les proportions détaillées ci-deſſus, à l'exception de la thuyere qui doit être placée au moins à 20 pouces du fond; ainſi placée, on n'a pas à craindre les embarras qui ſurviennent lorſqu'on fond des mines graſſes. Il faut élever ſa tympe d'un demi-pouce, & baiſſer de ſix pouces la partie des étalages ſur la thuyere, ſans quoi elle ſe trouveroit trop dégarnie de mine, ce qui la feroit échauffer, de façon que les Ouvriers auroient de la peine à préſerver les buzes des ſoufflets.

ARTICLE VI.

Fourneaux dans le Périgord, ſuivant les Mémoires d'Artillerie de M. de Saint-Remy.

Considérant les ſoins qu'on s'eſt donnés pour perfectionner les Mémoires de M. de Saint-Remy, il y avoit lieu de croire qu'on ne manqueroit pas de trouver dans l'édition de 1745, l'intérieur des fourneaux deſtinés à couler des canons de fonte de fer, ſur-tout n'ayant rien négligé pour les fourneaux à fondre ceux de cuivre; mais par la ſuite d'une diſtraction incompréhenſible, cette partie ſemble toujours avoir été négligée, ou, pour mieux dire, ignorée, comme nous pourrions même le prouver par les mémoires qui ſemblent les plus détaillés, dont il ne ſeroit pas poſſible d'excepter ceux même de M. de Réaumur, excuſable cependant en ce qu'il n'a pu voir que par les yeux d'autrui, ni même ceux qui ont été fournis par des Artiſtes. Pour revenir à notre objet, voici ce qu'on lit dans les Mémoires de M. de Saint-Remy, tome II, page 268.

« Il faut que le fourneau ait 24 pieds de haut, plus ou moins, & que » ſes côtés ſoient égaux avec deux voûtes, l'une d'un côté pour metre les » ſoufflets, & l'autre pour tirer le fer, & travailler au fourneau, duquel côté » on bâtit l'ouvrage dans le milieu du fourneau, de 18 à 20 pouces de large, » & 36 à 40 pouces de long.

» Au-deſſus du fourneau, il y a une augmentation de maçonnerie de qua- » tre pieds ou environ de hauteur, & 25 à 30 pouces de diametre en dedans » qu'on appelle le *Guide-hors*, à la cime duquel on jette les proviſions, & » depuis l'ouvrage juſqu'au guide-hors le dedans en diminuant. Pour bien » aſſurer la maçonnerie du fourneau qui eſt ſujet à crever par la force du fer, » on lie les pieces avec des bois qui ſerrent à clef.

» On commence à remplir le fourneau de charbon. On y met ſeulement » deux baſches de mine & deux baſches de caſtine ſur le charbon ; la baſche » eſt faite comme une écope qui ſert à jetter l'eau de dedans un bateau & une » chaloupe ; & lorſque le charbon a baiſſé de 5 à 6 pieds, l'on recommence » à mettre ſix rappes de charbon qui ſont de grands paniers, une baſche de » caſtine, de la mine par-deſſus, toujours en augmentant le nombre des baſ- » ches, autant que les Ouvriers connoiſſent que le feu du fourneau en peut » ſupporter. Pour bien fondre, on fait, pendant l'intervalle qu'on demeure » à tirer la palle, 5 à 6 grilles ſur l'ouvrage du fourneau, pour bien échauf- » fer le fond ſur lequel le fer fondu doit s'aſſembler. Après cela on ouvre la » palle qui fait aller les ſoufflets, & dès que les proviſions du Fourneau ont » baiſſé de meſure de 5 à 6 pieds ; ſuivant la coutume, on recommence à mettre » ſix rappes de charbon, deux baſques de caſtine & de la mine, autant que » le feu en peut ſupporter, ce qui ſe continue ainſi. Si l'on mettoit trop de » mine dans le fourneau, le fer ſe cailleroit à ne pouvoir ſervir à nul ou- » vrage, & au riſque de le faire ſortir dehors ; trop peu de mine brûle l'ouvrage » qu'on travaille à décraſſer toutes les heures ».

ARTICLE VII.

Fourneaux en Champagne, Bourgogne, &c.

L'INTÉRIEUR des fourneaux de la plus grande partie de la Champagne & de la Bourgogne, eſt un quarré long, différent néanmoins, ſuivant les Fondeurs, qui n'aiment point à faire comme leurs voiſins, & qui dans des mines ſemblables alleguent la qualité de la mine. Il y a des fourneaux de 18 pieds de hauteur ; il y en a de 26. Le gueulard varie de 22 à 28 pouces de deux côtés, ſur 25 à 30 des deux autres. Les mêmes inégalités ſe retrouvent dans le plus grand eſpace au-deſſus des échelages de 52 à 58 pouces d'un côté, ſur 60 à 72. Les échelages montent de ſix juſqu'à 8 pieds. La thuyere eſt éloignée du fond de 12 juſqu'à 20 pouces. La largeur du creuſet eſt ordinairement pareille à la hauteur de la thuyere. La thuyere ſe place toujours au milieu du côté du gueulard qui lui répond à un tiers de diſtance de la ruſtine, deux tiers de la tympe. On la poſe plus ou moins horizontalement. On monte & bâtit les parois au moyen de quatre cordeaux qu'on éloigne de la perpendiculaire, ſuivant l'ouverture du gueulard & l'ouverture du deſſus des échelages, ce qui forme la pente des parois. Les mines fondent-elles difficilement ? on éleve le fourneau, on rétrécit l'ouverture du deſſus, on agrandit la partie au-deſſus des échelages, on met la thuyere plus proche du fond. Voilà les moyens prétendus pour augmenter la chaleur, mais très-efficaces pour brûler l'ouvrage, comme il n'arrive que trop ſouvent. Les mines fondent-elles aiſément ? on élargit le gueulard, on rétrécit le deſſus des échelages, on éloigne la thuyere du fond, & on brûle beaucoup

beaucoup de charbon inutilement. Enfin, il n'y a aucune proportion décidée entre le bas, le deſſus, le milieu, & la poſition de la thuyere. C'eſt dans cette étendue que ſe joue la myſtérieuſe induſtrie des Fondeurs. Quant à la matiere qui ſert à la conſtruction des fourneaux, les uns font leurs parois de briques ou de grès, avec l'ouvrage de grès ou de ſable battu; d'autres font le total avec des pierres à chaux, & nous en avons vu de ces derniers qui ont fait quinze cents milliers peſant de fonte d'un ſeul feu.

Il ne faut pas douter qu'il y a des mines qui par elles-mêmes fondent plus aiſément les unes que les autres; mais étant poſſible, comme nous l'avons vu, de donner à toutes les eſpeces des préparations préliminaires qui les amenent à peu-près au même degré de diſpoſition à la fuſion, nous devons donc, en profitant de cette remarque ſur les différents travaux, tâcher de parvenir à trouver un fourneau qui rempliſſe également pour toutes ſortes de mines les conditions que nous avons propoſées. Il eſt certain qu'il y a grand nombre de nos Maîtres de forges, qui auroient déja fait & feront des rectifications plus utiles même que celles que nous propoſerons, lorſqu'ils auront ſous les yeux toutes les différentes façons de travailler le fer en uſage, depuis la Laponie juſqu'en Eſpagne; ce qui juſtifiera d'une part la néceſſité des détails dans leſquels nous ſommes entrés, & d'autre, combien la traduction de Swedemborg nous en a épargné, en nous fourniſſant beaucoup d'objets de comparaiſon.

SECONDE PARTIE.

Conjectures ſur les premieres connoiſſances du Fer, & l'accroiſſement de ſon travail.

SI DES RECHERCHES de pareille nature paroiſſent, au premier coup d'œil, plutôt curieuſes qu'utiles, on verra cependant qu'en rapprochant les circonſtances, elles tendent à éclaircir deux points de quelque conſéquence. L'hiſtoire du fer natif, & la ſource des variétés que nous avons remarquées dans les différents foyers deſtinés à fondre la mine.

ARTICLE I.

Des premieres Connoiſſances du Fer.

POUR PEU qu'on ſoit verſé dans la métallurgie, il eſt aiſé de ſentir que la découverte du fer, & l'art de le mettre en œuvre, ont dû ſe préſenter très-difficilement & plus tard que celles des autres métaux. Anciennement on employoit le cuivre à tous les uſages auxquels on a fait utilement ſuccéder le fer. Depuis peu M. le Comte de Caylus, de l'Académie Royale des Inſcriptions, a cherché & retrouvé la façon de tremper le cuivre. Nous

avons vu entre ſes mains une épée à la Romaine, qu'il avoit fait forger & tremper à ſa maniere.

Pluſieurs témoignages cependant nous autoriſent à croire que quelques peuples ont poſſédé, dès la premiere antiquité, le ſecret de ſe procurer du fer. Il y avoit une tradition chez les Egyptiens, qui portoit que Vulcain leur avoit appris à forger des armes de fer. Ces peuples ne vouloient devoir qu'à un Dieu l'uſage de l'épée dont ils ſe ſervoient. On ſait qu'une colonie venue de l'Orient, vers le temps d'Abraham, s'empara de la Grece. Les Chefs de cette colonie furent ces Princes ſi connus ſous le nom de Titans, Saturne, Jupiter, &c, qui furent déifiés, moins peut-être, parce qu'ils avoient été conquérants, qu'à cauſe des connoiſſances dont ils avoient enrichi leur nouvelle habitation. On croit que ces Titans venoient d'Egypte. Cela feroit ſoupçonner que l'art du fer étoit connu dans cette contrée. Les Crétois, au rapport de Diodore, plaçoient également la découverte & le travail du fer dans les temps les plus reculés de leur hiſtoire. Les Dactyles du Mont-Ida prétendoient avoir appris de la Mere des Dieux l'art de travailler ce métal. On croit les Dactyles originaires de Phrygie, province de l'Aſie mineure, aujourd'hui la Natolie. On dit que ces peuples vinrent habiter l'Iſle de Crete. On les choiſit pour les Prêtres de Cybele; & c'eſt à eux qu'on attribue l'invention du fer. Les uns établirent leurs atteliers ſur le Mont-Ida de Phrygie; d'autres ſur le Mont-Ida de l'Iſle de Crete.

Prométhée, dans Eſchyle, ſe vante d'avoir enſeigné aux hommes la fabrique de tous le métaux.

Quelques Auteurs attribuent la découverte & l'uſage du fer aux Cyclopes, qui, ſuivant Brochart, occupoient la partie occidentale de la Sicile.

D'autres l'attribuent aux Chalybes, peuples très-anciens & très-renommés pour leur habileté à travailler ce métal. Les Chalybes habitoient une contrée d'Aſie, ſituée entre la Colchide & l'Arménie. Il y avoit encore un peuple du même nom dans la partie orientale de la Paphlagonie, ſur le rivage méridional du Pont-Euxin, & un troiſieme dans le Pont, entre les Moyſinaciens & les Tibériens. Les Auteurs ne ſont point d'accord ſur ces peuples: les uns les confondent; d'autres prétendent être bien fondés à les diſtinguer. Pline donne encore le nom de Chalybes à un ancien peuple d'Afrique, habitant de la Troglodyte; & Juſtin, à un ancien peuple d'Eſpagne, habitant des rives de la riviere de Chalybs, dont les eaux avoient la réputation de donner une trempe ſi excellente à l'acier, que les Latins le déſignent du nom de cette riviere, qui aujourd'hui s'appelle *Cabe*.



§. I.

De ce qu'il y a de plus probable à tirer de l'Hiſtoire fabuleuſe au ſujet du Fer.

Ce que nous venons de rapporter, paroît prouver que la découverte du fer & l'art de le travailler remontent à des temps très-anciens dans l'Egypte, la Paleſtine & la Grece ; mais à travers les ténebres dont ces premiers temps ſont enveloppés, nous pouvons remarquer :

1°, Que la connoiſſance du fer a une époque particuliere que nous ignorons, & que celui qui le premier a eu la réputation d'en avoir fait part aux autres, a été mis au nombre des Dieux ; que chaque Nation a voulu avoir la gloire de cette découverte. C'eſt à quoi les Poëtes, & ceux qui ont fait l'Hiſtoire des Nations dans des temps éloignés, ont aſſez généralement donné lieu.

2°, Que Vulcain inſtruit par quelque hazard, comme nous le dirons, du travail du fer, ſe ſera retiré en Sicile avec des gens pour y travailler le fer.

3°, Pour ce qui regarde l'œil qu'on a ôté aux Cyclopes, pour ne leur en laiſſer qu'un au milieu du front, on peut croire que les premiers Forgerons travaillant à feu ouvert, la crainte du feu leur avoit ſuggéré de ſe couvrir les yeux & le viſage ; ce qu'ils auront pu exécuter avec un morceau de peau, dans lequel ils auront fait un trou plus bas que les yeux, & aſſez grand pour voir & reſpirer. Si l'on vouloit appuyer ce détail, on pourroit renvoyer aux Planches d'Agricola, qui repréſentent en Cyclopes les Ouvriers de ſon temps.

4°, Les Cyclopes manioient le feu & les minéraux, qui ſont les emblêmes du ciel & de la terre, dont la Poëſie les a fait enfants.

5°, Les Dactyles ſe vantoient d'avoir été inſtruits de l'art de travailler le fer par la Mere des Dieux : on la diſoit fille du ciel & de la terre. N'eſt-ce pas faire entendre qu'ils avoient été inſtruits à faire du fer par le moyen du feu & d'une eſpece de matiere terreſtre ? Les uns reſterent en Phrygie ; les autres paſſerent en l'Iſle de Crete. Tous furent les Prêtres de Cybele.

6°, Les Chalybes inſtruits de cet art néceſſaire, ſe partagerent, & vinrent habiter différentes contrées. Une partie vint s'établir juſqu'en Eſpagne, où ayant trempé dans une riviere différents ouvrages d'acier, on donna le nom d'acier à cette riviere, en y ajoutant le merveilleux, que ſes eaux étoient les plus propres à l'endurciſſement de l'acier ; eſpece de ſuperſtition qui dure encore à préſent, puiſqu'il eſt aſſez commun d'entendre dire : *Les eaux d'un tel pays ſont propres à la trempe.*

§. II.

Motifs qui peuvent déterminer à croire que la découverte du Fer eſt dûe aux Volcans.

Ne pouvons-nous pas dire qu'il y a eu beaucoup de volcans ? On

ne peut raiſonnablement nier qu'un volcan enflammé ne calcine ou ne fonde, ſuivant ce qui les accompagne, les minéraux qui ſe trouvent expoſés à un tel degré de feu. Un volcan a dû terriblement effrayer les premiers hommes; mais enfin il s'appaiſe faute de matieres combuſtibles. Nous en avons pluſieurs d'entiérement éteints. On en compte juſqu'à 500. Les reſtes, les lavanges d'un volcan ſont, entr'autres choſes, de nous avoir donné différentes combinaiſons, que nous appellons aujourd'hui *mines du fer*, dont les unes ont été calcinées, d'autres en partie fondues, d'autres réduites à un état très-approchant de celui du fer. Il pourroit paroître naturel d'attribuer aux volcans le fer natif. Voici les raiſons qui ſemblent appuyer ces conjectures.

La premiere eſt que ceux qui avoient part à cette découverte, s'étoient unis pour la mettre en uſage, & la tenir ſecrette. Examinez l'origine de tous ceux auxquels on attribue cette connoiſſance; elle eſt la même pour tous, les Dactyles, les Cyclopes, les Chalybes; ce qui doit déterminer à croire que l'heureux hazard qui a fait découvrir le fer, a été réſervé par les premiers auxquels il s'eſt préſenté. Nous voyons l'art du fer paſſer en Crete, en Corſe, en Sicile, en Eſpagne. C'eſt une confuſion dans les Auteurs; mais ce qui eſt univoque, c'eſt que ce ſont des Dactyles, des Chalybes & des Cyclopes qui l'y ont porté.

La ſeconde remarque eſt que ces premiers Ouvriers ont tous habité des montagnes, dont quelques-unes ſont connues pour avoir été travaillées par le feu. Les Volcans ayant fourni le premier fer, il étoit très-naturel que ceux qui en vouloient fabriquer, allaſſent toujours en chercher vers les montagnes dans leſquelles ils trouvoient les matieres qui avoient donné lieu à leur premiere découverte.

La troiſieme eſt que les Anciens s'accordent aſſez à rapporter la découverte des métaux à l'embraſement des forêts plantées ſur des terres qui en renfermoient. La violence du feu ayant, ſuivant leur récit, fait fondre le métal, on le voit couler & ſe répandre ſur la ſurface de la terre. C'eſt de cette maniere que, ſelon l'ancienne tradition de la Grece, le fer avoit été découvert ſur le Mont-Ida. Les Lettres édifiantes diſent que le Conducteur d'une nouvelle peuplade établie depuis peu dans le Paraguai, ayant apperçu une pierre extraordinairement dure & ſemée de pluſieurs taches noires, la prit & la jetta dans un feu très-ardent, & qu'il en vit couler, quelque temps après, un fer auſſi bon que celui qu'on trouve en Europe. Les Volcans ont donc pu réguliſer aiſément les mines de fer; il y en a qui ſont de très-facile fuſion. M. Duhamel nous a appris qu'il avoit une mine de fer qu'on réguliſeroit au foyer ordinaire d'une cheminée; & nous avons tiré des boutons de fer de pluſieurs mines fondues dans un creuſet, à la forge d'un Maréchal, ſans le contact immédiat du charbon de bois; nous diſons des

des boutons de fer & non pas de fonte, parce que ces boutons avoient toute la qualité d'un fer fait; qu'ils s'applatiſſoient à froid ſous le marteau, & que la lime mordoit leur ſuperficie. Mais ce n'eſt pas ici le lieu d'entrer en de plus grands détails ſur cet objet.

ARTICLE II.

Progrès du Travail du Fer.

LA connoiſſance du fer acquiſe ſuivant la conjecture que nous venons de propoſer, il n'auroit pas été poſſible de s'en procurer ni une grande quantité ni des pieces d'une certaine étendue, ſi l'on n'avoit pas trouvé la maniere de joindre un morceau à un autre. L'art de fondre & de ſouder le fer a dû venir d'une réflexion aſſez naturelle, ou au moins ſe montrer par un évenement qui n'eſt que trop commun, puiſqu'il n'eſt queſtion que de laiſſer les morceaux de fer expoſés à un certain degré de chaleur, au moyen duquel ils ſe calcineront, ſi le feu eſt très-violent, ou bien un morceau approché d'un autre, s'y attachera, ſuivant les circonſtances, c'eſt ce qu'on appelle *ſouder* pour le fer. Ces effets connus, il eſt naturel que pour obtenir des maſſes conſidérables, ont ait d'abord fait brûler une grande quantité de bois pour ſe procurer une quantité de matieres embraſées ſur laquelle on aura placé pluſieurs morceaux de fer qui par la fuſion ſe feront réunis au fond du foyer. C'eſt la méthode qu'on pratique encore dans les fourneaux de Groningue, comme nous l'avons vu; mais ayant dû remarquer que le bois enflammé, laiſſé à l'air libre, ſe diſſipoit en grande partie, il a donc été naturel de faire un trou en terre pour y raſſembler le braſier avec moins de diſſipation; ç'a été là le premier fourneau. Ayant remarqué d'un autre côté que l'opération n'avoit pas de ſuccès, lorſque le ſol de cette eſpece de foyer enterré étoit humide, on a cherché à parer à cet inconvénient, en l'environnant de matieres ſeches & ſolides. Mais ayant acquis l'expérience que le braſier ainſi enfermé n'avoit plus d'action, & s'éteignoit enquelque façon, cet événement a donné lieu à deux découvertes intéreſſantes; la maniere de préparer le charbon & celle de l'animer par un courant d'air. C'eſt ainſi probablement que ſont venues les *foſſès à charbon*; dénomination qui s'eſt conſervée juſques dans nos Ordonnances, & l'invention des ſoufflets qu'on a d'abord fait mouvoir à force de bras.

Voilà l'origine des premiers foyers à fondre le fer & ſa mine, qui ſe ſont de plus en plus multipliés, juſqu'à ce que devenus très-abondants, par une fatalité qui leur eſt commune avec d'autres matieres de premiere néceſſité, ils ſont tombés dans une eſpece d'oubli & de mépris dont nous ne nous appercevrions peut-être pas encore, ſi d'autres beſoins n'avoient commencé à faire une grande ſenſation, dont on trouvera une des cauſes dans les vices de nos foyers.

Il eſt aiſé de nous repréſenter comme on a varié ces premiers établiſſements, en cherchant à les perfectionner. Celui qui a remarqué que ſon foyer placé en terre, étoit à l'humidité, l'a bâti au-deſſus du ſol de la terre, & l'a entouré de matieres ſeches en état de réſiſter à la violence du feu; mais celui qui a ſenti que cette élévation nuiſoit à l'aiſance de ſon travail, & donnoit beaucoup de peine pour porter au-deſſus le charbon & la mine, & pour tirer le fer qui s'étoit ramaſſé au fond, l'a laiſſé proche de la terre, mais en a voûté le deſſous en y laiſſant une ouverture pour l'évaporation. Un autre l'a environné de matieres ſolides & bien jointes. Un autre enfin, pour parer à tout par un ſeul expédient, l'a entouré d'une chaudiere de cuivre. Celui auquel cette reſſource ne s'eſt pas préſentée, a cherché à établir ſon attelier proche un endroit un peu élevé, de deſſus lequel on jettoit commodément les matieres dans ſon fourneau, ayant eu ſoin de ménager une ouverture par le bas pour tirer la matiere qui devoit s'y raſſembler. Au lieu de la force des hommes, le temps a appris à ſe ſervir de l'eau pour faire mouvoir les ſoufflets. Une plus grande puiſſance trouvée, on a dû faire les ſoufflets plus grands; d'autres ont imaginé les trompes, &c. On peut ſe convaincre de ces faits par d'autres faits connus, & qu'il eſt aiſé de voir dans les différentes méthodes de fondre la mine, employées en Dalécarlie, en Angermanie, à Groningue, dans l'ancienne & la nouvelle préparation du fer d'Oſmund, dans le fourneauEſpagnol du pays de Foix, dans le fourneau Allemand duquel on tire la maſſe, dans celui d'Agricola, &c.

Juſqu'ici nous croyons pouvoir ſoupçonner qu'on raſſembloit au fond du foyer le fer en une maſſe qu'on diviſoit enſuite pour être employée à différents uſages; mais il n'eſt pas difficile d'imaginer comment on eſt venu au point de couler le fer. Une ſimple fente dans les parois d'un fourneau aura laiſſé échapper la matiere fondue qui ſe ſera moulée ſuivant le terrein qu'elle aura rencontré. Il n'aura donc plus été queſtion, pour ſe procurer des fontes figurées, que d'une moule figuré; comme pour ſe procurer de grandes maſſes, il n'aura fallu que faire l'intérieur plus grand. Mais il y a lieu de croire que c'eſt une autre raiſon qui aura déterminé à élever les fourneaux.

La maniere ancienne de ſe procurer du fer, peut-être avec du fer déja préparé par les volcans, au moins avec des morceaux qui avoient une certaine conſiſtance, n'aura pas permis de fondre de même de menues mines, par la raiſon qu'elles auroient trop aiſément paſſé à travers les charbons, avant que d'être aſſez travaillées & purgées par le feu, pour ſe réduire en une maſſe au fond du foyer. Comme l'emploi de cette eſpece de mine n'aura été tenté probablement que bien long-temps après celles que nous ſoupçonnons avoir fourni les premiers fers, ce que nous dit Swedemborg des

mines de marais qu'on croit avoir donné les premiers fers en Suede, montre que la connoiſſance du fer n'eſt pas des plus anciennes dans cette contrée. Lorſqu'on aura voulu ſe ſervir de ces mines, il aura été naturel de penſer que, pour obvier à l'inconvénient dont nous parlons, il n'y avoit qu'à les faire paſſer à travers une grande épaiſſeur de charbon, afin qu'elles fuſſent convenablement préparées avant de ſe précipiter dans le foyer. Pour cela le remede étoit d'élever les fourneaux, comme on l'a fait, peut-être avec excès; ce qui par la ſuite aura été exécuté ſans diſtinction de mines par ceux qui n'avoient pas la connoiſſance des autres méthodes, ou qui les ont mépriſées. La mine fondant dans un fourneau peu élevé, & fondant dans un fourneau de 25 pieds, celui qui dans une telle contrée a donné une telle élévation, a cherché à faire valoir ſon ſuccès, ſans peut-être en ſavoir les raiſons. L'intérieur a changé ſuivant les accidents & les hazards qui ont fait réuſſir. Mais au lieu de nous arrêter plus longs-temps à une multitude de variations qu'il eſt aiſé de remarquer dans les différentes méthodes que nous avons parcourues, il eſt plus eſſentiel de chercher à découvrir, ſi en retranchant ce qui paroît oppoſé à la bonté d'un fourneau, & en y ajoutant ce qui pourroit contribuer à le rendre meilleur, nous ne pourrions pas parvenir à en former un en état de fondre toutes les eſpeces de mines, avec plus d'économie que ceux que nous avons examinés.

TROISIEME PARTIE.

Moyens qui tendent à remplir les conditions eſſentielles à la bonté d'un Fourneau.

QUATRE conditions ſont eſſentielles à la bonté d'un fourneau; ſavoir, la durée de la machine, l'égalité du produit, la facilité du gouvernement, la moindre dépenſe.

Nous avons déja averti qu'il n'étoit ici queſtion que des fourneaux établis dans la vue ſeule d'en obtenir du fer. On peut les diſtinguer en fourneaux bas & fourneaux élevés. Nous prendrons, en paſſant, pour objet de comparaiſon de ces deux eſpeces, le fourneau de la Navarre Eſpagnole, & ceux dont nous avons rapporté la conſommation & le produit dans la troiſieme Partie de la ſeconde Section.

Je crois qu'il eſt inutile d'entrer dans aucun détail ſur la durée de la machine, l'égalité du produit, la facilité du gouvernement & la conſommation pour le fait de conſtruction. Le fourneau Eſpagnol l'emporte ſans contredit à ces égards. Il nous reſte à examiner la dépenſe en charbon.

On nous aſſure que dans le fourneau Eſpagnol, de 675 livres de mines, on retire un tiers de fer mis en barres, & qu'on a conſumé autant peſant de charbon que de mine. Nous ſuppoſons que dans cette évaluation, on a

compris celui qui a été employé pour le grillage de la mine. Dans ce cas, pour obtenir une livre de fer forgé, on n'aura donc employé que trois livres de charbon.

Le fourneau d'Excideuil consume une livre 13 onces de charbon par livre de fonte; mais pour une livre de fer, employant une livre & demie de fonte, c'est donc pour la partie du fourneau quarante-trois onces & demie de charbon. Supposant environ autant pour la conversion de la fonte en fer, c'est donc cinq livres sept onces de charbon pour une livre de fer.

Fourneau de Ruffec, pendant la régie, plus de six livres.

Après la régie, cinq livres.

Fourneaux dans une partie de la Champagne, & dans la Bourgogne:

Travail ordinaire, sept livres & demie.

Travail rectifié, cinq livres.

Travail encore rectifié, quatre livres deux onces. Le travail des forges donnera ce détail avec plus de précision.

Nous aurions bien souhaité pouvoir comparer la dépense du fourneau Espagnol avec celle du fourneau Allemand, dans lequel on ne donne point écoulement à la fonte, afin de voir si l'élévation de ce dernier étoit une chose utile; mais l'Observateur François ne nous en dit pas assez sur cette partie.

Suivant ce point de vue, il peut donc demeurer pour certain que le fourneau Espagnol, & conséquemment ceux du pays de Foix, remplissent plus parfaitement leur objet, qu'aucun des autres fourneaux.

Il est naturel d'objecter qu'il faudroit, pour les mettre en usage, avoir des mines semblables. Comme c'est un des points que nous chercherons à éclaircir dans l'histoire particuliere des Manufactures, nous répondrons alors à cette objection, pouvant néanmonis assurer d'avance que nous en avons plus qu'on ne croit, susceptibles de ce travail; il ne s'agit pour cela que de voir, comparer & disposer. Maintenant, nous renfermant dans les fourneaux élevés, notre attention doit être de chercher & proposer les moyens d'en former un qui approche le plus qu'il sera possible des quatre conditions nécessaires. Pour cela nous sommes obligés d'examiner les différentes parties sur lesquelles nos observations doivent s'étendre.

ARTICLE I.

Emplacement d'un Fourneau.

L'EMPLACEMENT qui remplira mieux le but qu'on se propose, sera celui qui, avec le moins de dépense possible, donnera un fond peu dispendieux pour une bonne fondation; la facilité de se débarrasser de toute humidité; le moins d'embarras & d'attirail pour faire mouvoir les soufflets; la commodité

commodité de monter au-deſſus du maſſif; l'aiſance des halles à charbon & places à mine à couvert & à portée.

On peut, à ce qu'il nous ſemble, remplir aiſément tous ces objets, en donnant le moyen d'éloigner les ſoufflets & leurs équipages du corps du fourneau. Dès-lors, à quelques toiſes de l'eau, on ſera maître de choiſir un endroit élevé, connu pour donner une fondation ſolide & aiſée, le deſſéchement du terrein, un emplacement commode pour les halles. Ce qui en même temps ſupprimera les rouets, les lanternes & ces diſpendieuſes méthodes de forcer l'eau pour faire mouvoir les roues d'un certain côté, comme on peut le remarquer dans le bas de la Planche III. D'ailleurs, le côté de la thuyere ſe trouvant débarraſſé des ſoufflets & de leurs équipages, on n'aura plus beſoin que d'une ouverture convenable au travail du Fondeur, & conſéquemment on ne ſera plus obligé de tant affoiblir le bas de la maçonnerie du corps du fourneau en cette part.

Ce moyen eſt d'avoir un tuyau placé comme il conviendra le mieux d'ailleurs, même ſous terre, qui des buzes des ſoufflets, conduiſe le vent juſqu'au fourneau; & par des tuyaux convenablement courbés, le diriger ainſi qu'on le jugera à propos. Des arbres fendus, creuſés, rapprochés, emboîtés les uns dans les autres, gaudronnés, ſi l'on veut, feroient d'une longue durée. On penſe que l'air eſt un fluide trop ſouple pour ſe refuſer à cet arrangement. Les porte-vents dans les trompes en ſont des garants; l'utilité de ce projet eſt trop ſenſible, & l'exécution trop facile pour ne pas être excité à en tirer tout le ſervice dont il eſt ſuſceptible. Dans le cas que le fourneau fût fort éloigné de l'eau, un réſervoir qui recevroit une partie des eaux des halles, feroit plus que ſuffiſant pour le ſervice ordinaire.

ARTICLE II.

Maſſif d'un Fourneau.

On diſtingue dans un fourneau la maçonnerie intérieure de celle qui forme ce que communément on appelle *la Tour* ou *le Maſſif*. Cette derniere (*Pl. I, fig.* 1 & 2,) comprend *T T S S*. Il eſt aiſé de remarquer qu'il ſe trouve une plus grande épaiſſeur à compter du vuide intérieur en *G D*; que en *I S* ou *I P*. Cet excès de maçonnerie, & conſéquemment de dépenſe, n'eſt occaſionné que parce qu'on veut laiſſer un grand eſpace ſur la plate forme. Or cet eſpace devenant inutile dans le ſyſtême de placer la tour à un certain éloignement des ſoufflets, comme nous venons de le propoſer, & comme il eſt aiſé de s'en former une idée par la vue du fourneau du Dauphiné, (*Pl. V*), appuyé contre un monticule, nous pouvons retrancher de cette maçonnerie, en conſtruiſant à peu-près comme on le voit à ce même fourneau. Il ſuffit qu'il y ait aſſez

de place pour qu'un homme puiſſe paſſer autour de la petite maſſe, le côté de la montagne étant libre pour faire les charges, & ranger les paniers de charbon & de mine. L'épaiſſeur du maſſif dans cette partie peut d'ailleurs être d'autant diminuée que le fer y a moins d'action; de façon que ſi en *IP* (*Pl. I*, *fig.* 2) il y a huit pieds, il ſuffira qu'il y en ait 6 en *C D*, au lieu qu'il y en a dix. Il eſt aiſé de placer les Chargeurs dans un autre endroit, d'autant que la plate-forme eſt communément dangereuſe par les exhalaiſons & fumées qui en ſortent. Il en arrive journellement des accidents: les mendiants, les pauvres ſe retirent aux fourneaux pour ſe mettre à l'abri; au mois de Mai 1761, deux pauvres femmes s'étant couchées, pour ſe repoſer au fourneau de Compaſſeur en Bourgogne, il y en eut une de ſuffoquée, & qu'il fut impoſſible de ſauver.

Le maſſif dont nous parlons, quoique d'une grande épaiſſeur, & quoique garni dans les parties qui le demandent, d'une grande quantité de *maraſtres*, ou pieces de fonte, eſt ſujet à ſe fendre & ſe crevaſſer ſouvent depuis le bas juſqu'en haut; ce qui ne peut être attribué qu'à l'eau renfermée dans la maçonnerie, miſe en expanſion, qui ne trouvant aucune ſortie, force la maçonnerie à ſe fendre. Le plus ſûr expédient eſt de ménager aux vapeurs des iſſues qui ne puiſſent préjudicier au travail.

A ce ſujet nous croyons devoir expoſer un moyen que nous avons conſeillé, & qui a été employé par un Propriétaire qui faiſoit rebâtir ſon fourneau.

L'emplacement de ce fourneau eſt tel que le côté *Q* (*Pl. I*, *fig.* 5,) par lequel on le charge, eſt appuyé contre une roche auſſi élevée que le maſſif. Ses piliers ſont conſtruits de quartiers taillés de pierre calcaire; le reſte eſt de pierre *mureuſe* auſſi calcaire, mais plate, aſſez grande, épaiſſe de 2, 3 à 4 pouces; le mortier de chaux & ſable calcaire.

A chaque deux pieds de diſtance, tant en hauteur qu'en largeur, on a placé dans preſque tout ce qui eſt conſtruit en pierre mureuſe, des tuyaux de fer battu de 6, 7, 8, 10 lignes de diamettre. Ces tuyaux ſont aſſez négligemment roulés & rapprochés, ce qui eſt un bien, en tant que la vapeur y pénetre plus aiſément, & par plus d'ouvertures.

Le feu mis au fourneau, les tuyaux ſupérieurs ont commencé à laiſſer voir quelque écoulement, & ſucceſſivement en deſcendant. En deux fondages, la partie *P* qui eſt ſur les champs expoſée à l'air, & la partie qui eſt ſur les ſoufflets, n'ont pas eſſuyé le moindre dérangement; ſeulement dans le pilier entre le devant & les ſoufflets, quoique de gros quartiers taillés, il s'eſt fait depuis le pied juſqu'au deſſus une crevaſſe aſſez légere, mais qui a fait fendre quelques pierres qui s'oppoſoient à ſa route; & dans le pilier de *X* en *P*, il s'eſt fait en dedans & dans le haut une crevaſſe qui a pénétré dans la partie ſupérieure du devant, & s'eſt terminée en

en haut, dans les *batailles*, par une fente d'environ huit pouces.

Il faut remarquer que la fente du pilier entre le devant & les soufflets, n'ayant aucune communication avec le corps du fourneau, on croit devoir l'attribuer au sol du terrein qui n'a pu résister à une si grande charge, d'autant qu'il est appuyé sur l'endroit où la roche finit.

La crevasse de l'autre pilier vient de la raréfaction, de l'effort de l'eau enfermée dans la maçonnerie. Les indices s'en tirent; 1°, de ce que le bas du pilier n'a rien souffert, parce que les pierres ont des déjoints très-considérables: 2°, De ce que dans le dessus de la maçonnerie, il n'y avoit point de tuyaux: 3°, De ce que le feu de l'intérieur ayant travaillé, & la flamme qui sort par le devant, ayant aussi extérieurement échauffé cette partie, il s'est fait le combat dont parle Swedemborg, entre le chaud & l'humide dans un corps dur. L'eau enfermée & dilatée n'a eu d'autre route pour sortir, que celle qu'elle s'est ouverte en en haut. A quoi l'on peut ajouter que, lors de la construction, les pierres ayant manqué, on en a employé dans cette partie tout au sortir de la carriere, au lieu de les laisser sécher pendant quelque temps.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur cet article, parce qu'il est aisé de former de petits tuyaux qui circulent dans la maçonnerie. Il suffira que les pierres qu'on y emploie, ne puissent se décomposer à l'air, & soient arrangées avec de bon mortier, dans la forme que nous proposons. La sortie des tuyaux doit être dirigée dans des endroits qui ne puissent point incommoder les Ouvriers. Le point essentiel est de cribler le corps du fourneau. Une petite barre de fer, un bâton, un bout de corde qu'on retire quand les pierres sont assises, & les mortiers un peu raffermis, & mille autres moyens qu'il est aisé d'imaginer & de mettre en œuvre, peuvent rendre ce service.

Article III.

Hauteur d'un Fourneau.

A chaque pas nous trouvons des difficultés & des embarras que la vue des différents fourneaux que nous avons voulu parcourir ne fait qu'augmenter. Il y a des fourneaux élevés seulement de 14 pieds, & la fusion de la mine s'y fait bien. Il y en a de 25 dont on a cru avoir lieu de se louer. Pour choisir un terme fixe à cette partie, nous sommes obligés de recourir à notre expérience particuliere; ressource qu'on nous rendra justice de n'employer que quand les moyens que nous cherchons à tirer des autres, nous manquent totalement. Nous craignons le reproche qu'on peut légitimement faire à ceux qui, sans raison, veulent généraliser leurs faits particuliers.

Ayant vu d'abord travailler dans un fourneau de 21 pieds d'élévation,

& ayant vu les mêmes Ouvriers avec les mêmes dimenſions & les mêmes mines, travailler dans un autre de 25 pieds, il n'a pas été poſſible de remarquer d'autre différence dans la conſommation, le produit & la qualité, ſinon que le fourneau de 21 pieds donnoit quelque choſe de plus, & plus uniformément; ce qu'on a cru devoir attribuer aux yeux du Maître qui étoit ſur les lieux, & le ſuivoit de près. Ce fourneau de 21 pieds d'élévation, étant expoſé à être incommodé dans les grandes crûes d'eau, on ne fit aucune difficulté, pour les fondages ſuivants, d'élever le fond de deux pieds & demi, ſans élever le deſſus. Par ce moyen le fourneau ſe trouva réduit à dix-huit pieds & demi.

Ayant établi des machines pour nettoyer les mines plus exactement qu'on ne l'avoit fait juſqu'alors, ce même fourneau en travail, dans les mêmes dimenſions d'ailleurs que celui de 25 pieds, produiſit, avec épargne de charbons, beaucoup plus que ce dernier, plus réguliérement & avec moins de travail. Enfin l'intérieur de ce fourneau de 18 pieds & demi changé à bien des égards, pour être amené aux dimenſions que nous donnerons, continuant d'ailleurs à bien nettoyer les mines, & à les additionner convenablement, la dépenſe du charbon a été encore conſidérablement diminuée.

A cette premiere comparaiſon, nous pourrons en ajouter une autre que Swedemborg nous fournit dans la deſcription des fourneaux de Stirie; car nous n'oſons en faire d'autres, dans la crainte qu'on ne nous objecte la différence des mines; difficulté néanmoins qui doit s'évanouir à meſure que nous avons préſenté les moyens de les rendre également diſpoſées à la fuſion. Les petits fourneaux, dit-il, étoient conſtruits ſuivant les mêmes proportions que les grands; elles étoient ſimplement moins grandes; & on n'a pas remarqué juſqu'ici de différence pour ce qui regarde la fuſion. En effet, dans les petits fourneaux, on obtient en 24 heures 8 à 10 quintaux de fer pour 21 charges, qui ayant coûté un tiers de ſac de charbon chacune, font un total de ſept ſacs ou 700 peſant de charbon. Dans un grand fourneau on obtient en 24 heures neuf à onze quintaux pour trente-deux charges qui ayant coûté un quart de ſac de charbon chacune, font un total de 8 ſacs ou 800 peſant de charbon.

Ajoutons néanmoins à ces conſidérations, que nous avons pluſieurs fourneaux qui n'ont que dix-huit pieds d'élévation, comme nous le montrerons dans la deſcription particuliere des Manufactures de France. Si de-là on pouvoit conclure qu'un fourneau de 18 pieds & demi d'élévation eſt d'une hauteur convenable, voici les avantages qui en réſulteroient.

1°, Pour le fait de conſtruction, il eſt très-clair que non-ſeulement il coûteroit beaucoup moins, mais même qu'il ſe conſerveroit plus long-temps.

2°, Pour

2°, Pour le fait du travail, il eſt bien évident que moins un fourneau ſera élevé, lorſqu'on aura varié les doſes des charges, comme ſouvent on eſt obligé de le faire à cauſe de la variété des charbons, on ſe reſſentira bien plutôt de cet expédient, que lorſqu'il y a une grande quantité de charges mal conditionnées à deſcendre dans l'ouvrage; circonſtances qui pouſſent quelquefois le mal à l'excès, avant que l'Ouvrier puiſſe profiter du remede que la hauteur du fourneau rend trop tardif à ſe préſenter.

Article IV.

De la Plate-forme d'un Fourneau.

La plate-forme (*Pl. I*, *fig.* 1) eſt l'eſpace *F F* au-deſſus du maſſif du fourneau. On éleve ſur les bords les batailles *A*, *D*, & au milieu la petite maſſe *G G* qui renferme le vuide dans lequel on jette l'aliment du fourneau. Les batailles n'ont été élevées à une certaine hauteur, que pour défendre le fourneau & la flamme, du vent & des injures de l'air. Dans la plupart des fourneaux, cette partie eſt fort négligée. Auſſi voit-on les mines que la flamme ſouleve, ou celles qui attendent ſur la buze qu'il y ait lieu de deſcendre, jettées dans tous les environs, qui ſouvent en ſont couverts de quelque épaiſſeur.

Le mieux eſt d'élever ſur les batailles, comme on l'a exécuté utilement en pluſieurs endroits, une eſpece de voûte qui vient en ſe rétréciſſant vers le milieu du fourneau, ſous laquelle on peut paſſer commodément. C'eſt une ſeconde cheminée qui enveloppe la plate-forme & la petite maſſe, laiſſant au milieu un vuide pour paſſer la flamme. La Planche VIII des fourneaux d'Allemagne trace aſſez bien l'idée de cette cheminée, qu'en France on appelle *Couronne*, & qui eſt fort peu élevée au-deſſus de la petite maſſe.

Article V.

Des Matieres propres à environner le vuide intérieur d'un Fourneau.

Il faut plus de choix pour les matieres que l'on deſtine à entourer le vuide intérieur d'un fourneau, que pour celles qu'on emploie à conſtruire le maſſif. Ces murs intérieurs s'appellent les *Parois & l'Ouvrage*. Comme ils ſont expoſés à l'action immédiate du feu qu'ils doivent appliquer aux matieres qu'on jette dans le vuide, il faut proportionner l'épaiſſeur, la qualité & l'arrangement à la force & à l'action de cette puiſſance. Maintenant il n'eſt queſtion que de l'épaiſſeur & de la qualité.

Quant à l'épaiſſeur des parois, on a remarqué par la calcination de celles qui ſont conſtruites de pierre calcaire, qu'il y en a beaucoup que la chaleur ne travaille pas au-delà de deux pieds, ſi ce n'eſt dans l'ouvrage; auſſi cette partie eſt beaucoup plus épaiſſe, comme on a dû le remarquer. Ainſi

l'épaiſſeur de deux pieds & demi pour les parois paroît très-ſuffiſante.

Quant à la qualité de la matiere, rien ne paroit plus naturel que d'employer celles qui ſont connues pour réſiſter plus parfaitement au feu, ainſi que nos Obſervateurs françois & étrangers n'ont ceſſé de l'indiquer, d'autant qu'alors on peut faire pluſieurs fondages dans les mêmes parois. A quoi nous devons ajouter que les pierres s'échauffant & réfléchiſſant la chaleur en raiſon de leur maſſe & de leur dureté, il eſt concluant que plus la matiere qu'on emploiera ſera en grand volume & dure, mieux elle remplira les vues qu'on ſe propoſe. Par exemple, les parois taillées dans un bloc de pierre réfractaire & dure, aſſez conſidérable pour être tout d'une piece, ſeroient ſans contredit les meilleures. Conſéquemment celles qui ſont bâties de grand volume, dont les côtés ſeront bien joints, ſeront celles qui approcheront le plus de cette conſtruction. Malgré ces raiſons que la ſimple réflexion préſente, nous en voyons beaucoup de bâties avec des feuilles de pierres à chaux de quelques pouces, aſſemblées par une épaiſſeur conſidérable de mortier multiplié en raiſon du peu d'épaiſſeur de la pierre. Nous n'ignorons pas que dans de pareilles parois, on n'a pas laiſſé que de faire des fondages très-conſidérables, parce que la pierre à chaux ſeule ne fond pas ; & que tant qu'elle eſt pénétrée de la chaleur, elle ne ſe décompoſe pas, ce qui prouve ſeulement qu'elle peut être de ſervice, comme l'expérience en eſt acquiſe ; mais ce que nous devons chercher, eſt de ſavoir ſi elle l'eſt avec une moindre dépenſe.

1°, Il eſt certain que dans des parois ainſi conſtruites, il y a une quantité prodigieuſe de déjoints, dont les mortiers ſe dégradent très-aiſément, & par conſéquent abſorbent la chaleur.

2°, A meſure que la pierre à chaux eſt pénétrée de feu, elle devient ſpongieuſe, par conſéquent peu en état de réfléchir la chaleur, comme on peut le remarquer ſur les fins d'un fondage long-temps continué. Elle participe en cela de la qualité des corps rares & caverneux qui nous rendent grand ſervice dans d'autres circonſtances par la propriété qu'ils ont de conſerver long-temps le foible degré de chaleur qu'ils ſont en état d'acquérir.

3°, A chaque fondage, il faut renouveller en entier ces parois. Quand nous paſſerions ſous ſilence l'embarras & les ſoins de cette conſtruction, nous ne pourrions nous diſpenſer de mettre en compte le charbon qu'on brûle inutilement pour échauffer des parois remplies de nouveau mortier & d'eau ; dépenſe que, ſans excès, on peut porter à 60 bannes de charbon par fondages, par la raiſon que ſi en dix jours on peut échauffer des parois qui ont déja ſervi, & tenues à l'abri de toute humidité par le moyen de la couronne, il faudra trente jours pour échauffer des parois de pierre calcaire. Echauffer dans ce ſens, eſt mettre plus de charbon, relativement au produit, qu'on n'en mettra par la ſuite quand le fourneau ſera échauffé.

Un autre avantage des parois qui réfiftent au feu, eft que dans le cas où on feroit obligé d'arrêter le fourneau, en tout temps il eft aifé de faire un ouvrage & recommencer promptement le travail, ce qui, pendant les gelées, devient impoffible avec des pierres à chaux, & toujours très-long, puifqu'il faut rétablir en entier les parois.

Pour ce qui regarde ce qu'on appelle l'*Ouvrage*, & que nous prendrons ici pour toute la partie inférieure depuis les parois, nous ne pourrons nous difpenfer de confeiller d'employer les meilleures matieres qu'il fera poffible; mais il faut fur-tout préférer les plus durables pour les parois, parce que, comme nous l'avons dit, un ouvrage peut être renouvellé en trés-peu de temps.

Nous nous propofons de répondre à ce qu'on nous oppofera, qu'on eft dans la néceffité d'employer les matieres qui font à portée.

1°, Il eft raifonnable de demander que cette néceffité, ou la difficulté & la dépenfe des matieres éloignées, foient bien calculées avec la perte qu'occafionnent celles qu'on a fous la main.

2°. Eft-il bien démontré que le pays ou le voifinage ne fourniffe pas à une diftance & un prix raifonnable ce qu'on defireroit? En cherchant on a trouvé des argilles fupérieures à celles qui étoient de longue main en fi grande réputation, qu'on les tranfportoit au loin : on ne foupçonnoit pas même en pouvoir trouver d'auffi bonnes. Mais pour trouver, il faut être inftruits. Alors loin de nous plaindre, nous aurons des fujets de nous louer de la nature qui fait dédommager par des équivalents. Si les pierres de grès ou autres femblables, vous manquent, vous trouverez de l'argille, & l'argille pour cet effet vous rendra au moins un auffi bon fervice, fur-tout fi dans cinq parties vous avez foin de mêler quatre parties de fable, comme des perfonnes inftruites l'ont pratiqué pour d'autres objets. S'il y avoit à choifir dans les matieres ordinaires, il y auroit des raifons pour préférer l'argille, parce qu'elle eft très-durable, qu'on la façonne comme on le juge à propos; on la moule; on peut l'employer à demi-féchée, en la battant fortement & fouvent; ou bien on peut la faire durcir au feu, & il eft à croire que c'eft le mieux pour les parois. La brique étant façonnée & cuite, fuivant des modeles qu'il eft aifé de faire, en très-peu de temps, des parois peuvent être montées & travaillées. Pour l'ouvrage, le faifant d'argille, il feroit à propos qu'après être dreffée au modele, elle ne fût féchée qu'au point de pouvoir fe foutenir & prendre encore de la liaifon, lorfqu'on la battra tout autour avec un moule de bois, pour former l'ouvrage, comme nous le dirons. Si l'on étoit preffé, au lieu d'argille qui eft très-longue à fécher, on pourroit faire l'ouvrage de fable gras qui fouffre promptement le feu, ainfi qu'on le pratique dans plufieurs fourneaux; cette matiere manquant, on peut, au pis-aller, le faire de pierres calcaires qui ne

laiſſent pas dans cette partie de durer un certain temps ; au moins ont-elles l'avantage de pouvoir être renouvellées aiſément & promptement.

On pourroit donc diſtinguer les matieres qui peuvent être employées, quoiqu'avec des qualités inégales, pour entourer le vuide intérieur d'un fourneau, en trois eſpeces. En matieres qui réſiſtent au feu, mais qui ſont en gros volume, comme on le voit *Pl. I*, *fig.* 1 & 2 ; en matieres analogues à ces premieres, telles que la brique pour les parois, & l'argille non durcie au feu, ou le ſable, pour l'ouvrage ; enfin en pierres calcaires.

Dans ce qui précede, on trouvera aſſez de détails ſur l'emploi des matieres en gros volumes ; mais pour former un ouvrage de ſable ou d'argille pétrie & battue, comme on en trouvera un exemple dans les fourneaux Allemands, deſquels on ne donne point écoulement au fer, il faut faire des chaſſis de planches façonnés & ſemblables au vuide qui doit reſter. A meſure qu'on placera ces chaſſis les uns ſur les autres, on aura ſoin de battre autour le ſable ou l'argille. Les chaſſis ôtés, le ſable ſeche très-promtement, mais pour l'argille, il faut la rebattre pendant pluſieurs jours, en quelque façon, comme ſi elle devoit ſécher ſous les coups.

Pour ce qui regarde l'emploi des pierres calcaires, les parois ſeront bâties de deux murs élevés l'un contre l'autre. Celui de dedans s'appelle *Fauſſe-parois*. La raiſon de cet arrangement eſt que les parois étant converties en chaux à chaque fondage, on les détache facilement des fauſſes-parois, ſans endommager ces derniers ; & lorſque le feu a pénétré dans quelques-unes de leurs parties, on peut les réparer ſans toucher au maſſif, dans leſquels ils ne s'en lient point. Quant à l'ouvrage, le fond & les côtés juſqu'à la hauteur de la thuyere, ſeront faits de gros quartiers taillés. Dans tous les cas on ſuppoſe que le fond eſt bien deſſéché.

ARTICLE VI.

Dimenſions du Vuide intérieur.

SI NOUS avons trouvé beaucoup de variétés & de difficultés dans les différentes parties d'un fourneau, celles que préſentent les formes qu'on a données à leur vuide intérieur, ſemblent ſe multiplier & s'éloigner quelquefois ſi conſidérablement les unes des autres qu'on ne croiroit pas qu'elles ayent le même objet à remplir. Nous ne pouvons pas alléguer la différence des mines, puiſque nous avons vu qu'avec de la mine de marais, on ſe procuroit du fer par le moyen de foyers très-différents entr'eux, dans un creuſet de forge & dans un fourneau élevé. On nous a fait remarquer auſſi que la mine qu'on emploie dans la Navarre Eſpagnole eſt ſemblable à celle du Dauphiné.

Le vuide intérieur du fourneau (*Pl. I*, *fig.* 2) eſt l'eſpace qui s'étend de

L en *E*, entre *K I G*. Ce vuide peut être diſtingué en différentes parties : l'ouvrage de *L* en *K*, les échelages de *K* en *I*, les parois de *I* en *E*.

1°. Il faut obſerver que dans les parois *G*, *E*, eſt la partie qu'on appelle *la Charge* ou l'eſpace qu'on remplit de charbon & de mine toutes les fois que ces matieres ſont deſcendues en *G*.

2°, Que les parois s'éloignent de la perpendiculaire à meſure qu'ils approchent de *I*.

3°, Que ces échelages ſe rapprochent de la perpendiculaire, à meſure qu'ils deſcendent en *K*.

4°, Que l'ouvrage qui ne reſte plus que pour l'eſpace qui eſt au-deſſous de *K*, peut auſſi être diſtingué en pluſieurs parties. *M* eſt la thuyere ou l'orifice par lequel le vent des ſoufflets entre dans le vuide intérieur. On peut appeller *creuſet* l'eſpace *M L* qui eſt au-deſſous de la thuyere ; c'eſt où ſe raſſemble le métal fondu. *M* eſt l'autre partie de l'ouvrage au-deſſus de la thuyere, finiſſant en *K I*, où les échelages commencent.

La hauteur totale ſuppoſée de dix-huit pieds & demi : voici l'eſpace & la forme que nous propoſons de donner à chaque partie. Nous détaillerons enſuite les motifs qui nous ont déterminé.

Nous propoſons donc : 1°, De donner au creuſet treize pouces de largeur, à compter de la thuyere au contrevent, & 18 pouces & demi de longueur de la ruſtine à la tympe ; les côtés de tympe & de ruſtine arrondis par un rayon de cercle de ſix pouces & demi. Le centre de ce dernier cercle peut être regardé comme le foyer inférieur.

2°, De placer le milieu de la thuyere ſous la perpendiculaire qui tomberoit du milieu du côté du gueulard qui lui répond ; la thuyere à 13 pouces du fond, à ſix & demi du quarré de la ruſtine & à douze pouces du quarré de la tympe.

3°, De placer la thuyere horizontalement, de donner à ſa bouche, contre le vuide intérieur, la même dimenſion qu'une des buzes des ſoufflets ; l'extérieur fort évaſé pour l'aiſance du travail, plate deſſous, arrondie par deſſus.

4°, De donner treize pouces de hauteur à l'eſpace au-deſſus de la thuyere & des autres côtés du creuſet. On donne ordinairement un peu d'évaſement au-deſſus de cette partie, ce que nous croyons devoir éviter, puiſque c'eſt affoiblir d'autant la garniture de la thuyere.

5°, De donner cinquante-deux pouces de hauteur perpendiculaire aux échelages : l'endroit où ces échelages ſe joignent aux parois, formant un vuide du diametre de 60 pouces de la ruſtine à la tympe, & du diametre de cinquante pouces de la thuyere au contrevent : les côtés de ruſtine & de tympe arrondis par un rayon de vingt-cinq pouces. Swedemborg appelle ce grand eſpace *le foyer ſupérieur*, & nous lui conſerverons ce nom.

6°, Toutes les parties dont nous venons de parler, occupant ſix pieds & demi de hauteur, il reſte douze pieds pour les parois, à compter du foyer ſupérieur à l'ouverture du deſſus qu'on appelle *Gueulard*. Les parois doivent ſuivre la même figure, mais avec des diametres proportionnés aux lignes droites qui ſeroient tirées du foyer ſupérieur au gueulard, qui doivent avoir le même centre, quoiqu'avec des diametres inégaux. Celui du gueulard eſt de vingt-quatre pouces de la ruſtine à la tympe, & de vingt pouces de la thuyere au contrevent; les côtés de tympe & de ruſtine, arrondis par un rayon de dix pouces.

ARTICLE VII.

Maniere de donner ces dimenſions au vuide intérieur

Il ſera toujours à propos de répéter qu'en Suede l'intérieur des fourneaux eſt parfaitement rond, & qu'en France nous en avons beaucoup de quarrés, & que les moins défectueux en cette part ſont à huit côtés inégaux. Nous devons croire, comme le dit M. de Réaumur, qu'ayant été totalement abandonnés aux Ouvriers, ils ont employé la figure qu'ils ont cru la plus aiſée à former. La preuve même peut s'en tirer d'un Mémoire répondu par M. le Guerchois en 1717. » Il ſe trouve, dit-il, un » Maître de Forge dans le Comté de Bourgogne, qui a fait faire les parois » de ſes fourneaux, les unes en cône tronqué, les autres octogones ou décagones; mais comme l'exécution en étoit difficile, il s'en eſt tenu à ce que » les parois conſervent une forme plus quarrée qu'ovale, &c. » Swedemborg cependant nous a montré comment, au moyen d'une échelle graduée, on formoit aiſément & exactement la figure ronde. Comme nous croyons avoir des motifs pour nous éloigner un peu de cette figure, nous allons montrer qu'il n'eſt pas plus difficile de former celle que nous avons préſentée. Pour cela il faut être muni d'un anneau de fer de la dimenſion & figure du gueulard. Cet anneau doit être percé de trous principaux à l'extrêmité des diametres, & de pluſieurs autres trous dans les contours. On paſſera dans ces trous des cordeaux qui deſcendront de la profondeur de 12 pieds, hauteur des parois. Dans cet endroit on fera paſſer des cordeaux dans des trous correſpondants à ces premiers, ménagés dans un ſecond anneau qui aura l'étendue & la figure du foyer ſupérieur. Ces anneaux arrêtés perpendiculairement & relativement à la place de la thuyere & au devant, il ſera aiſé de former les parois, puiſqu'il ne s'agira plus, en montant la maçonnerie, que de ſuivre les cordeaux.

Il eſt néceſſaire que ces anneaux, & ſur-tout celui du foyer ſupérieur, ſoient de pluſieurs pieces aſſemblées par des vis, ſans quoi, lorſque le tout ſera fini, on ne pourroit plus retirer l'anneau.

Nous remarquerons qu'en commençant les parois qui portent ſur la

maçonnerie inférieure qui doit être perpendiculairement montée, il faut laiſſer un petit vuide ſur la premiere aſſiſe des pierres ou des briques, afin que quand on joindra le deſſus des échelages à la naiſſance des parois, on ait un peu de profondeur pour engager les matériaux qui terminent les échelages.

Pour former l'ouvrage, le fond doit être d'abord poſé bien de niveau, à 18 pieds & demi de diſtance du gueulard. Le fond placé, on laiſſe tomber un plomb du milieu du côté du gueulard ſur le contrevent, & un autre plomb du milieu du côté oppoſé ſur la thuyere. Au moyen des deux points que ces plombs donnent, on trace ſur le fond une ligne droite qui doit ſe trouver au milieu des deux ſoufflets, ſi la poſition du gueulard a été réguliérement ordonnée. Cette premiere ligne ſert à régler & former le reſte de l'ouvrage, en traçant avec une équerre une perpendiculaire ſur le point que le plomb du côté de la thuyere a donné, prolongeant enſuite cette perpendiculaire.

A treize pouces de cette nouvelle ligne, on trace une parallele. Ces deux dernieres lignes doivent être terminées du côté de la ruſtine par une ligne droite à 6 pouces & demi de la premiere ligne ; & du côté de la tympe, auſſi par une ligne droite éloignée de 12 pouces de la premiere ligne ; on trace, ſi l'on veut, avec le compas, ou avec un panneau de bois préparé, les demi-cercles qui doivent être à la ruſtine & à la tympe.

Ces lignes tracées, il eſt aiſé d'arranger les pierres de coté qu'on appelle *Coſtieres*. Si deux pierres ne ſont pas aſſez grandes, étant taillées, pour former les coſtieres & la ruſtine, on peut en ajouter une troiſieme à la ruſtine, même une quatrieme & une cinquieme pour prolonger les coſtieres.

La pierre de coſtiere de la thuyere eſt donc perpendiculaire au côté du gueulard qui lui répond; & l'autre coſtiere qui lui eſt parellele, eſt à la diſtance de treize pouces. Mais comme le diametre du gueulard dans ce ſens eſt de 20 pouces, cette coſtiere oppoſée rentre donc dans l'intérieur de ſept pouces.

La ruſtine étant arrondie par un rayon de cercle de 6 pouces & demi, dont le centre eſt dans une des parties de la ligne du milieu, répondant à la thuyere ; & le demi-diametre du gueulard qui répond à cette partie de la ruſtine, étant de 12 pouces, la ruſtine entre donc auſſi dans l'intérieur de cinq pouces & demi.

Pour le côté de la tympe, comme il eſt éloigné de la ligne du milieu de douze pouces, il eſt perpendiculaire au côté du gueulard qui lui répond.

On place la thuyere ou l'ouverture qui ſert d'entrée au vent ſur ſa coſtiere, préciſément au milieu de la ligne qui répond au petit diametre du gueulard. Par cette poſition, elle eſt à 6 pouces & demi du quarré de la ruſtine, &

treize pouces de la coſtiere oppoſée. On la dirige horizontalement.

Pour placer la thuyere, on taille dans la coſtiere un eſpace convenable pour loger une plaque de fer peu épaiſſe, figurée comme la baſe de la thuyere, c'eſt-à-dire, moins large du côté du feu que du côté des ſoufflets. L'objet de cette plaque eſt d'eſſuyer le frottement des buzes des ſoufflets & des outils. Lorſque dans cette partie, on emploie de gros quartiers de pierre, on taille dans celui qui doit couvrir la coſtiere de la thuyere, l'eſpace convenable qui doit ſervir de thuyere ; mais quand on emploie des matieres de petit volume, on ſe ſert d'une feuille de fer taillée, & moitié arrondie comme nous l'avons dit. On encaſtre bien cette demi-feuille, dans la maçonnerie, l'argille ou le ſable. Son ouverture du côté du foyer, peut être un demi-cercle de deux pouces & demi à trois pouces de rayon.

La thuyere arrangée & garnie de matériaux de la hauteur de treize pouces, à compter du deſſus de ſa coſtiere, on continue de monter à la même hauteur, le deſſus de la coſtiere parallele & de la ruſtine, laiſſant le côté de la tympe ouvert pour fournir les matériaux néceſſaires à l'Ouvrier.

Ces trois côtés montés dans les mêmes figure & dimenſion à treize pouces au-deſſus des coſtieres, ou vingt-ſix à compter du fond, on préſente & on attache à cette hauteur un troiſieme anneau de fer figuré comme cet eſpace. Cet anneau, comme les autres, doit être percé de pluſieurs trous, relativement aux trous de l'anneau qui eſt reſté au-deſſous des parois. On paſſe réciproquement dans leurs trous un nombre de cordeaux, au moyen deſquels on forme très-aiſément les échelages.

Il eſt aiſé de ſentir que les parois montant toutes à la même hauteur, les côtés de la thuyere & de la tympe, perpendiculaires aux côtés du gueulard qui leur répondent, approchent moins des diametres du gueulard & du foyer ſupérieur, que les deux autres côtés qui entrent dans l'intérieur. Par conſéquent les échelages de ces deux premiers côtés ont moins d'inclinaiſon, c'eſt-à-dire, s'éloignent moins de la perpendiculaire, que le côté du contrevent qui rentre de ſept pouces, & le côté de ruſtine qui rentre de cinq & demi.

Quand il ne reſte plus à arranger que le devant ou la tympe ; comme ce côté ne deſcend pas ſur le fond, mais qu'il eſt appuyé ſur les coſtieres ; pour former cette partie, il faut être muni, 1°, d'une piece quarrée de fer qui ait dix-ſept pouces de longueur ; comme le vuide d'une coſtiere à l'autre qu'elle doit couvrir eſt de treize pouces, chacune des extrêmités de cette piece de fer portera de deux pouces ſur chaque coſtiere.

2°, D'une plaque de fonte de deux pouces plus longue que cette piece de fer, afin que poſée ſur cette piece, elle puiſſe avoir des appuis différents. Par ce moyen, on pourroit, dans un beſoin, ôter cette piece de fer ſans déranger la plaque de fonte.

3°,

3°. Avoir préparé une pierre taillée de 11 à 12 pouces de hauteur, ſur une épaiſſeur convenable, ce qui dépend de l'épaiſſeur du mur de devant & de la profondeur du creuſet. Si, par exemple, il y a 4 pieds de la dame à la ruſtine, ayant dix-huit pouces & demi de la ruſtine à la tympe, & laiſſant en dehors neuf à dix pouces de la dame à la tympe, il reſtera environ vingt pouces d'épaiſſeur pour la tympe. Sur quoi ayant à diminuer la piece ou tympe de fer que nous avons dit être de quatre pouces, il y aura environ ſeize pouces pour l'épaiſſeur que nous cherchons, non compris les arcs du demi-cercle intérieur.

Extérieurement on place la tympe de fer ſur le bout des coſtieres. Sur cette tympe on poſe la plaque de fonte, en l'inclinant un peu ſur le devant. Derriere cette tympe & cette plaque, on arrange la pierre taillée dont nous venons de parler. Le tout étant bien garni, ſuivant l'eſpece de matiere, il eſt aiſé, au moyen des anneaux & des cordeaux, d'achever cette partie.

Remarquez que la tympe de pierre n'ayant pas treize pouces de hauteur ; & la partie ſupérieure devant être élevée de 13 pouces ſur les coſtieres, il doit reſter deſſous un vuide plus grand que ſous la tympe, ou piece de fer. Ce vuide eſt néceſſaire pour que le ringard puiſſe travailler en en haut, juſqu'à la hauteur convenable.

On trouvera dans Swedemborg & dans la premiere Partie de cette Section, tout ce qui concerne la dame, le moule, l'échauffement du fourneau, &c.

Article VIII.

Motifs des dimenſions du vuide intérieur.

Il nous reſte à examiner quels ſont les motifs qui ont déterminé à donner à l'intérieur la figure oblongue & arrondie ; quelle eſt la raiſon de l'étendue du gueulard avec l'étendue du foyer ſupérieur ; d'où vient qu'on a placé ce foyer ſupérieur au tiers de la hauteur, à compter du fond ; pourquoi une telle poſition dans la thuyere ; par quelle raiſon ces différences remarquables dans l'inclinaiſon des échelages ; enfin qu'eſt-ce qui peut donner lieu à la diſpoſition du creuſet.

Pour ne point confondre des objets ſi intéreſſants, nous allons répondre ſéparément à chaque partie.

§. I.

De la Figure oblongue arrondie.

En cherchant la figure la plus convenable aux parois d'un fourneau, nous ne devons pas perdre de vue qu'il faut qu'elle rempliſſe trois objets qui ſont ; 1°, qu'elle donne le plus grand eſpace avec le moindre contour ;

2°, qu'elle ſoit capable de réfléchir la chaleur avec le plus d'effet & le plus uniformément ; 3°, qu'elle convienne au total.

Si la figure quarrée remplit le premier objet, elle eſt totalement oppoſée au fond, ce qui n'a pas beſoin de preuve. Ainſi il y a lieu de s'étonner comment dans pluſieurs provinces de la France, on a employé cette figure, ainſi que celles qui ſont d'autant vicieuſes qu'elles en approchent le plus, & d'autant convenables qu'elles s'en éloignent davantage ; mais celle qui s'en éloigne le plus, eſt la ronde qui, environnant un trés-grand eſpace, réfléchit également de toutes parts. Nous l'aurions adoptée ſur ces conſidérations, comme on l'a fait en Suede ; mais malheureuſement elle ne s'accommode pas à la troiſieme condition. La raiſon en eſt que, pour avoir le même eſpace par une figure ronde, que celui que nous avons par notre figure alongée, eſpace qui ne peut être diminué, il faudroit que le diametre du gueulard & du foyer ſupérieur fuſſent alongés de la thuyere au contrevent ; mais ces diametres ne peuvent pas être plus grands, le creuſet reſtant comme nous l'avons tracé, que les échelages du contrevent ne s'applatiſſent davantage, & alors les matieres s'arrêteroient deſſus ; inconvénient qu'il faut éviter.

Si pour obvier, on alonge le diametre du creuſet de la thuyere au contrevent, le vent ne pourra plus agir dans un ſi grand eſpace. Il ne paroît donc reſter d'autre moyen que d'avancer la thuyere dans l'intérieur, comme on le fait en Suede ; mais le vice qu'on cherche à éviter d'un côté, repaſſe à l'autre, puiſque, par cet arrangement, l'inclinaiſon des échelages au-deſſus de la thuyere s'éloigne trop de la perpendiculaire, les matieres s'y amaſſent, comme en convient Swedemborg, & ne roulent dans le foyer que lorſque l'amas eſt très-conſidérable, ce qui occaſionne cette maladie périodique qu'il a comparée aux retours réglés de la fievre.

Une autre reſſource a paru ſe montrer, & quelques-uns l'ont employée en élevant les échelages ; mais ayant des raiſons pour croire qu'il convient que le foyer ſupérieur ſoit au tiers de la hauteur, quand ce ne ſeroit d'ailleurs que pour que la deſcente des matieres ne fût pas précipitée, comme on le voit dans ces fourneaux, nous croyons devoir rejetter cet expédient, & nous en tenir à la figure que nous avons préſentée, qui paroît mieux remplir les trois conditions.

§. II.

De la relation de l'étendue du Guelard avec celle du Foyer ſupérieur.

Nous avons beſoin d'un très-grand degré de chaleur également ſoutenu avec le moins de dépenſe poſſible. Plus le courant d'air qui animera ces matieres combuſtibles, ſera vif & rapide, plus la chaleur augmentera, en ſuppoſant toutes circonſtances diſpoſées à y concourir ; mais dans ce cas la

diſpoſition & conſommation des matieres combuſtibles ſera très-grande. D'un autre côté, plus le courant d'air ſera diviſé, retardé, retenu, moins la chaleur & la diſſipation ſeront grandes. C'eſt dans le milieu de cet excès qu'il faut chercher la raiſon du courant d'air, & la combiner avec la qualité, la quantité & l'arrangement de tant de matieres de telles eſpeces & tellement diſpoſées dans une tel eſpace. Quiconque ſentira la multitude de ces difficultés, dont les circonſtances & les rapports varient à chaque inſtant, ne ſera pas tenté d'eſſayer cette combinaiſon.

Un regiſtre, dit un homme intelligent, eſt une ouverture pratiquée à l'ouverture ſupérieure des fourneaux, pour ſervir de paſſage aux vapeurs fournies par l'aliment du feu, & au torrent de l'air qui l'anime. On n'a point encore de regles certaines pour les proportions que les regiſtres doivent avoir avec le reſte du fourneau. Glauber demande un tiers de ſon diametre; Boheraave n'en veut qu'un quart pour le même fourneau de fuſion. Les regiſtres doivent être au plus un tiers, au moins un quart. Mais ajoute M. de Villiers, c'eſt une affaire d'expérience: réflexion à laquelle nous nous conformons.

Nous remarquerons ſeulement que le regiſtre ou guelard de notre fourneau n'eſt qu'environ de la ſixieme partie de l'eſpace du foyer ſupérieur; mais que cet eſpace gagnant le deſſus, en s'étréciſſant également ſur une perpendiculaire de 12 pieds, il paroît convenable de chercher la relation du regiſtre avec l'eſpace qui ſe trouve à ſix pieds au deſſus du foyer ſupérieur; d'autant que ſi le degré de chaleur & conſéquemment de raréfaction de l'air pouſſé dans le fourneau, eſt plus conſidérable dans le foyer ſupérieur, ces qualités doivent diminuer à meſure des différents degrés de refroidiſſement qu'elles éprouvent en gagnant le deſſus. En calculant l'étendue du gueulard ſur cela, notre regiſtre aura plus du quart, & un peu moins du tiers. Ce qui nous approche beaucoup des proportions indiquées par Glauber, homme expérimenté, & par Boheraave, grand Maître dans l'Art du Feu. Nous n'avons employé ici ni calcul ni analyſe; l'extrême préciſion étant impraticable dans la conſtruction, nous avons cru inutile d'en donner la théorie.

§. III.

De l'Emplacement du Foyer ſupérieur.

La poſition la plus avantageuſe du foyer ſupérieur, ſuivant Swedemborg, eſt d'être un peu plus bas que le milieu du vuide intérieur. Or, dans une hauteur de dix-huit pieds & demi, en le plaçant à ſix pieds & demi, à compter du fond, c'eſt remplir le précepte, puiſque c'eſt le placer à moins de moitié & plus du tiers; mais un motif très-déterminant vient de l'inclinaiſon des échelages, réſultante de cet arrangement.

L'inclinaiſon du côté de la thuyere n'eſt qu'environ de dix-huit degrés; c'eſt à peu près la moindre poſſible, pour qu'un corps ſoit déterminé à

descendre ſûrement. Il eſt bon de remarquer que ſi les mines commencent à être diſſoutes au foyer ſupérieur, elles ne fondent pas d'une façon bien liquide au-deſſus de la thuyere, mais comme une matiere poiſſeuſe. Si nous ſuivons ce corps dans ſa chûte, nous verrons qu'il viendra paſſer à trois ou quatre pouces de la thuyere, ainſi qu'on peut s'en aſſurer en continuant la ligne de cette inclinaiſon. Ce corps pourra donc, par la force du vent, comme on le voit en regardant par l'ouverture de la thuyere, être pouſſé un peu plus loin, ce qui le jettera dans le foyer qui eſt à ſix pouces & demi de la bouche de la thuyere, mais qui n'eſt qu'à quatre ou cinq de l'alongement que nous verrons qu'on a ſoin d'y entretenir.

Pour ce qui regarde l'inclinaiſon de la plus grande partie des échelages du contrevent & du total de la ruſtine; ſi vous en continuez la ligne, ou ſi vous faites rouler un poids, comme ces parties ſont plus applaties, le poids deſcendra moins vîte, mais tombera au centre du foyer.

Pour la partie de la tympe & l'excédent du contrevent, le poids qui en deſcendroit en ſuivant l'inclinaiſon de l'échelage du contrevent, ira au centre du cercle que nous y avons formé, & en ſuivant l'inclinaiſon de l'échelage de la tympe, ira à un tiers de ce centre, dans lequel il eſt aiſé de le pouſſer, comme nous le verrons.

Si la matiere fondue deſcendoit en même tems, & également des quatre côtés, quand une charge viendroit à ſe préſenter, il y auroit certainement de grands embarras par l'abondance des matieres qui arriveroient à la fois d'un plus grand eſpace dans un plus petit, au lieu que par l'arrangement propoſé, les matieres qui ſuivent les inclinaiſons de la ruſtine & du contrevent, peuvent, par la diſpoſition de ces parties, attendre pendant que le côté de la thuyere fournit abondamment. Et il eſt ſur-tout eſſentiel que cette partie ſoit débarraſſée par préférence, comme ces différents degrés d'inclinaiſon le permettent.

Les raiſons d'ailleurs qui ont déterminé à changer la ruſtine & le contrevent plus que les autres côtés, ſont que ces premieres parties ne ſont point affoiblies comme la thuyere & le devant le ſont néceſſairement par la retraite extérieure des murs néceſſaire au travail.

De ces différentes dimenſions & conſidérations, ne peut-on pas conclure qu'il eſt tout au moins inutile d'élever le côté de la thuyere plus que les autres, ainſi que M. Robert nous a dit qu'on le pratiquoit depuis longtemps dans certaines provinces, d'autant que dans les fourneaux conſtruits de pierre calcaire, on voit parfaitement les degrés du feu par les dégâts que cet agent y occaſionne? Nous remarquons que dans ces fourneaux les côtés de thuyere & de tympe ſont toujours les moins endommagés, pourvu qu'ils ayent été conſtruits réguliérement, quoique ſuivant les anciennes méthodes.

§. VI.

§. IV.

De la Thuyere.

1°, Nous plaçons la thuyere horizontalement par la raiſon qu'avec de l'argille on la prolonge & fait entrer dans l'ouvrage. On hauſſe, on baiſſe cet alongement à volonté ; ce qui eſt extrêmement néceſſaire dans le travail, & ce qui doit être la vraie ſcience & l'objet des ſoins de celui qui la gouverne. Il y a des motifs de croire qu'il convient que le vent ne s'éloigne pas de la ſuperficie du métal en bain, parce que par la direction du vent, on attaque plus efficacement les parties dans leſquelles on remarque de l'engourdiſſement ; ce qu'on exécute parfaitement lorſque le creuſet eſt étroit & un peu profond, & la thuyere horizontale, parce qu'on peut plus facilement rapprocher le vent des endroits qui le demandent, & le diriger ſuivant la hauteur du métal en bain.

2°, La thuyere eſt à ſix pouces & demi de la ruſtine. Cette dimenſion du tiers du creuſet, que nous retrouvons dans preſque tous les fourneaux, eſt d'autant plus convenable, que l'angle de la thuyere à la ruſtine eſt l'endroit qui ſe reſſent le moins de l'action du vent, raiſon pour laquelle nous avons effacé cet angle, en arrondiſſant cette partie. La ruſtine d'ailleurs étant la plus éloignée du devant, eſt la plus difficile à travailler ; raiſon pour laquelle on a dû l'approcher de la thuyere & du devant.

3°, La thuyere eſt à douze pouces de la tympe ; il auroit peut-être été à deſirer qu'il eût été poſſible de l'en approcher davantage : mais pour cela il auroit fallu ou raccourcir le creuſet, ou donner plus d'inclination aux échelages de cette partie, ce qui auroit rendu la maçonnerie trop épaiſſe, & conſéquemment nuiſible au travail du ringard ; inconvénient qu'il a fallu prévoir. Au reſte, indépendamment de l'effet que produira en cette partie le foyer du demi-cercle que nous y avons établi, elle eſt très à portée, & comme ſous la main de l'Ouvrier. Conſéquemment elle peut être travaillée commodément, quand il eſt néceſſaire ; d'ailleurs il n'eſt peut-être pas indifférent que les ſcories qui ſurnagent chaſſées par le vent, & trouvant des obſtacles par-tout, excepté de ce côté dont l'étendue vient juſqu'à la dame, eſſuient un moindre degré de chaleur pour raſſembler & laiſſer couler le fer qu'elles contiennent, & qu'il eſt aiſé de mêler avec le reſte par un coup de ringard qui donne une eſpece de mouvement de fluctuation à toute la matiere en bain.

§. V.

Du Creuſet.

Comme il n'eſt pas ici queſtion des fourneaux dans leſquels on a un objet à remplir qui demande une grande quantité de matiere fondue, les

dimenſions que nous avons données au creuſet, étant très-proportionnées à la force du vent, à l'élévation de la thuyere, ſont d'ailleurs ſuffiſantes pour fournir à chaque coulée environ 1800 peſant de fonte.

Si néanmoins on avoit des raiſons pour demander un eſpace qui contînt plus de fonte, alors il faudroit augmenter le creuſet, le foyer ſupérieur & le gueulard proportionnellement aux meſures que nous avons propoſées, & éloigner un peu plus la thuyere du fond. Il faudroit dans ce cas un plus fort courant d'air, & il eſt à croire qu'on brûleroit plus de charbon pour un produit relativement moins grand; mais enfin il y a des circonſtances, comme nous le verrons dans le détail des fontes moulées, ſur-tout pour les canons, qui doivent l'emporter ſur ces conſidérations.

ARTICLE IX.

Effets du Fourneau propoſé, mis en travail.

C'EST ſur les motifs & les conſidérations que nous venons de détailler, qu'on a cru devoir faire exécuter le fourneau que nous propoſons; & pour ſe convaincre davantage qu'il étoit en état de fondre avec épargne différentes eſpeces de mines, voici ce qui a été exécuté :

1°, Il eſt à propos d'être prévenu que nos cantons ne fourniſſent que des mines à grains fins, les unes combinées avec de l'argille, les autres avec des matieres calcaires; d'autres ſont négligées, parce qu'elles donnent des fers viciés par le ſoufre, ſans que juſqu'ici on ait employé le remede de la calcination avec un mêlange d'abſorbants.

2°, Il faut encore être prévenu que les fourneaux dont nous avons parlé dans la troiſieme Section du ſecond Mémoire, ſous le nom de *Travail, ordinaire* & de *Travail rectifié*, ſont ceux dans leſquels nous avons travaillé, dont l'un avoit 21 pieds de hauteur qui ont été réduits à dix-huit & demi, & l'autre vingt-cinq pieds qui, en le rebâtiſſant, ont été réduits à vingt-un; & le fourneau dont nous parlons ici, eſt celui dont il étoit queſtion dans le travail encore rectifié, & qui a donné le produit le plus utile, comme nous l'avons dit.

3°, Nous avons rectifié le travail des premiers fourneaux ſeulement en nettoyant mieux les mines; alors nous n'avons rien changé à l'intérieur des fourneaux qui étoit quarré, un peu long, avec un creuſet & une poſition de thuyere très-différents, mais avec des inclinaiſons tant dans les parois que dans les échelages extrêmement différentes de ce que nous propoſons.

4°, Préſumant que la forme de l'intérieur du fourneau devoit influer pour beaucoup ſur le travail, nous avons fait exécuter celui dont il eſt queſtion, & dont le travail eſt entretenu avec des mines combinées partie avec de l'argille, partie avec des matieres calcaires, mais mêlées & nettoyées ſi exactement que nous ſommes obligés de recourir aux matieres calcaires que

le crible a rejettées à cauſe de leur volume qui eſt plus conſidérable que celui du grain de la mine. Ces matieres ſervent de fondants au lieu de caſtine, ce qui eſt d'autant plus utile qu'elles ſont encore chargées de quelques grains de mines. Un panier dans lequel on les crible, ſert à les choiſir de l'échantillon qu'on juge à propos ; le plus petit eſt toujours le meilleur.

5°, Les parois & ouvrage des fourneaux précédents étoient, comme ceux du fourneau actuel, bâtis totalement de pierres calcaires, ce qui nous donne un degré d'eſpérance pour le mieux, lorſqu'ils ſeront conſtruits avec des matieres plus convenables, comme nous le propoſons. Nous ajouterons encore que n'ayant monté les parois de ce nouveau fourneau qu'avec huit cordeaux, la figure n'a pas été auſſi exacte & arrondie que nous comptons le faire.

6°, Une obſervation que nous ne croyons pas devoir paſſer ſous ſilence, eſt de ſavoir ſi la maniere de donner l'aliment au fourneau, ne contribueroit pas au plus grand produit, comme il y a des raiſons de le préſumet. Par exemple, ſavoir s'il eſt plus avantageux de mettre une grande doſe de charbon, & deſſus de la mine en quantité convenable, ce qui devroit diminuer le nombre des charges ; ou mettre moins de charbon avec une partie relative de mine, ce qui devroit multiplier le nombre des charges.

Dans nos fourneaux anciens de comparaiſon, nous mettions par charge 360 peſant de charbon, & dans le nouveau nous ne mettons que deux cents quatre-vingt. On a même oui dire qu'il y avoit des fourneaux qu'on chargeoit d'une bien plus grande quantité de charbon, & juſqu'à ſix cents peſant ; comme alors il falloit un plus grand eſpace à la charge, c'étoit peut-être une des raiſons de la grande élévation des fourneaux.

On ne peut ſe refuſer de croire qu'une grande quantité de matieres combuſtibles miſes enſemble dans un fourneau doit donner un plus grand degré de chaleur que la même quantité de matiere diviſée ou miſe à différentes fois ; mais ici, quelque grand que ſoit le dégré de chaleur, la mine ne fond que quand le phlogiſtique lui eſt immédiatement appliqué par le contact du charbon embraſé, raiſon pour laquelle, dans la tentative faite en Angleterre de fondre la mine avec des charbons foſſiles, on faiſoit des boules de mine & de charbon pour les expoſer au feu de reverbere. Autant vaudroit dire qu'on cherchoit à appliquer immédiatement le phlogiſtique à la mine. Ainſi la queſtion doit ſe réduire à ſavoir dans lequel cas, ou du charbon à grande doſe, ou du charbon à moindre doſe, mis dans le fourneau & la mine deſſus, le phlogiſtique eſt le mieux appliqué, & agit le plus efficacement.

Quand dans un vaiſſeau qui n'eſt pas fort large, il y a une grande quantité de charbon, par exemple, 360 peſant, & de la mine deſſus, il eſt certain qu'il y a beaucoup de charbons qui ſe brûlent, ſans avoir ſatisfait

à la condition néceſſaire qui eſt de toucher la mine; il en réſulte même un inconvénient qui eſt que les charbons doivent ſe conſumer plus promptement dans des endroits que dans d'autres; mais les vuides peu uniformes des charbons brûlés promptement, & des charbons qui par leur application à la mine ſe dépouillent plus lentement, doivent faire naître différents accidents, comme une trop grande ardeur d'une part, un manque de chaleur de l'autre, la chûte précipitée de matieres peu échauffées, &c. Il en doit réſulter ſur-tout qu'une grande quantité de charbon ainſi diſpoſée, ſera relativement plutôt diſſipée qu'une plus petite.

Tous ces effets ſe ſont trouvés conformes à l'expérience: 360 peſant de charbons n'étoient pas plus de temps à être conſumés dans l'ancien fourneau, que 280 dans le nouveau. Si ce fait paroît étonnant au premier coup d'œil, il devient fort aiſé à entendre, lorſqu'on fait attention que dans ce dernier cas tous les charbons ſont uniformément occupés à travailler toute la mine; & ce qui acheve de prouver que quand on a mis une grande quantité de charbons enſemble, il y en a beaucoup de brûlés inutilement, c'eſt le plus grand produit en fonte que donne relativement une moindre quantité de charbons, mais appliquée plus réguliérement. De-là on doit voir encore combien les qualités particulieres ou relatives des charbons doivent influer ſur le travail d'un fourneau. Par exemple, lorſqu'ils ſont très-gros ou très-menus, très-ſecs ou très-mouillés, &c, plus ou moins remplis de phlogiſtique, &c; vraies cauſes des variations continuelles que nous remarquons dans nos fourneaux, & que les différences mêmes de l'athmoſphere rendent ſenſibles.

Nous obſerverons que lorſque notre nouveau fourneau ſera plus exactement formé avec de meilleurs matériaux, la charge contiendra un ſeptieme moins de charbons qu'elle ne contient dans le travail actuel. Nous ne croyons pas au reſte qu'il ſoit poſſible de diminuer cette quantité, parce qu'alors les mines pourroient paſſer trop aiſément à travers une épaiſſeur trop peu conſidérable, ce qui occaſionneroit de grands inconvénients.

Si nous ajoutons aux avantages que donne notre fourneau, qu'il ne demande qu'un travail très-ordinaire, qu'un Garde & deux Chargeurs rempliſſent parfaitement & pendant très-long-temps, nous pouvons conclure que pour les mines telles que nous les employons dans la Province de Bourgogne, la machine bâtie avec des matériaux convenables, ſera celle qui approchera le plus de remplir les conditions néceſſaires.

Il ne reſtera donc qu'à ſavoir ſi elle ſera capable de les remplir également pour toutes les eſpeces de mines, ſur quoi voici les motifs qui peuvent déterminer à le croire.

Des mines combinées avec de l'argille, ſans mélange d'autres mines miſes dans ce fourneau, avec addition de caſtine, ont d'abord occaſionné plus de travail

travail, & donné de la fonte peu coulante. Ayant ſoupçonné que ces accidents pourroient venir de la caſtine qui n'étoit pas en doſe convenable, d'ailleurs trop groſſe & mêlée peu exactement avec la mine, on l'a fait cribler & mêler avec préciſion dans la quantité requiſe ; le produit, l'exactitude & laiſance du travail ſe ſont retrouvés, ce qui a été continué pluſieurs jours.

L'épreuve avec les mines combinées avec des matieres calcaires, ſans mélange d'autres mines, mais avec la doſe d'argille, a donné un moindre produit, parce qu'au fond ces mines ſont moins riches ; mais elles ſont venues fort également & preſque ſans travail, ayant ſeulement diminué le vent, & augmenté la quantité de mines, ce qui a été continué pluſieurs jours.

Les mines ſulfureuſes non calcinées n'ont pas donné de plus mauvais fer que dans le fourneau de vingt-cinq pieds, dans lequel on en avoit fondu ci-devant. La doſe d'argille & de caſtine ajoutée à ces mines, elles ont fondu aſſez également, le vent néanmoins augmenté, ce qui a été continué pluſieurs jours. N'ayant pas d'autres mines à éprouver, on a rendu au fourneau ſon aliment ordinaire.

Par l'analogie, nous trouvons qu'il y a beaucoup de variétés dans une multitude de fourneaux qui emploient des mines ſemblables à celles dont nous venons de parler ; donc on peut ſupprimer ces variétés, puiſque les fondants & les charbons employés ſont ſenſiblement de même qualité.

Par une autre analogie, nous trouvons que des fourneaux ſemblables à peu-près à ceux dont nous nous ſervions, fondent en Champagne des mines appellées *de roche* ; mais nous ſavons d'ailleurs que ces mines donnent exactement des fers ſemblables à ceux de Fraiſan en Franche-Comté, dont les mines ſont en grain : donc on peut remplacer les fourneaux qui les fondent, par le fourneau dont nous avons parlé. Nous n'étendrons pas davantage ces analogies, parce qu'elles ſeront plus ſenſibles quand on aura ſous les yeux l'hiſtoire particuliere des mines & des fourneaux de France.

Dans tout ce que nous avons dit, nous ſuppoſons qu'on donnera aux mines les préparations néceſſaires, calcination, lavage, addition bien entendue. Ce n'eſt pas ſans raiſon que nous demandons que l'addition ſoit bien faite ; ce point eſt important. Pour des mines combinées avec de l'argille, nous pouvons donner pour exemple ce que nous dit Agricola : Le Maître jette, dit-il, des charbons dans le foyer deſſus de la mine de fer pulvériſée, l'arroſe de chaux non éteinte, autant qu'une meſure connue en contient : que peut-on de plus exact que ce procédé ?

Au lieu de chaux, on peut ſe ſervir de matieres calcaires, mais toujours avec les conditions d'être en petits volumes, mêlées exactement, comme l'indique le terme d'*arroſer*, dans la doſe convenable, c'eſt-à-dire, avec une meſure connue.

Si au contraire on n'avoit que des mines combinées avec une matiere calcaire, on pourroit les préparer en les arrosant d'une eau chargée convenablement d'argille, remuant le tas, & laissant sécher. Enfin nous devons toujours avoir présent que les matieres argilleuses & calcaires se dissolvent les unes les autres ; que conséquemment l'addition de ces matieres en dose, arrangement & préparation convenables fournit aux mines un bain dans lequel elles se dissolvent & se précipitent. Il ne doit donc pas être question de chaud, de froid, de fusible, de réfractaire. Quant aux mines en gros volumes, dont la base est très-dure, calcinez ; pour les sulfureuses, les arsénicales, ajoutez de la chaux, ou pierre calcaire, & calcinez ; pour celles qui ont une trop grande quantité de matiere calcaire, ou lorsque cette matiere est mal distribuée, calcinez.

Nous devons remarquer que des mines calcinées, on tient les unes séchement, on laisse les autres à l'air, quelquefois assez long-temps ; on arrose les autres d'eau.

Les raisons de ces différents procédés sont que, quand une mine calcinée n'a que la dose convenable de chaux, bien répandue & divisée dans toutes ses parties, il faut la tenir à couvert, de peur de préjudicier à cet arrangement qui est précisément celui que nous demandons.

Quand la base de la mine, malgré la calcination, a encore quelque chose de réfractaire, il est tout simple & très-utile de la laisser long-temps exposée à l'air où la dissolution aidée des menstrues que cet agent lui fournit, acheve de s'opérer : il est alors probable que ces mines sont infectées de cuivre.

Quand la partie de chaux qui est jointe à la mine calcinée, est en trop grande quantité, la lotion bien ménagée peut être très-utile.

Quand la dose de chaux n'est pas trop considérable, mais qu'elle est inégalement distribuée, on produit un mélange uniforme & plus intime, en environnant de planches le tas, & le faisant pénétrer par de petits ruisseaux d'eau.

Il nous reste une derniere observation qui est de savoir si le fourneau proposé n'aura pas un trop grand degré de chaleur pour les mines qui fondent très-aisément. La réponse est simple, puisqu'il ne s'agit que de savoir employer les deux puissances que nous avons à notre disposition, & cela avec d'autant plus d'avantage que dans cette circonstance, il faudra moins de charbon & d'air, & plus de mine ; ce qui revient à ce que nous avons dit, que dans les conditions nécessaires à l'Art du Feu, on pouvoit réparer ces conditions les unes par les autres ; ce qui sera toujours d'une grande utilité, pourvu que de ces remedes on ait retranché l'augmentation du charbon, comme nous le ferions dans le cas proposé ; au lieu que si on a un fourneau qui par sa construction ne puisse pas acquérir le degré

de chaleur dont on a beſoin, il n'y aura d'autre reſſource que le plus de charbon & d'air, pendant que notre moyen ſeroit l'emploi de plus de mine & de moins de charbon.

Nous n'avons pas cru devoir entrer dans les détails de ce qui regarde l'hiſtoire de la fuſion, les ſignes qu'on tire du feu, des ſcories, &c. On les trouvera abondamment répandus dans ce qui précede. D'ailleurs tous les bons Artiſtes ne les ignorent pas ; & ce ſont des connoiſſances, comme le dit Swedemborg, qui s'acquierent mieux par l'expérience que par les préceptes.

Ce qu'on nous pardonnera de répéter, eſt que de tous les fourneaux que nous avons examinés, il en reſte deux qui paroiſſent mériter notre conſidération ; l'Eſpagnol & celui que nous avons formé. La valeur du premier ne peut être miſe en évidence que par la comparaiſon des mines ſuivie de l'eſſai dans un fourneau ſemblable ; & le ſecond peut être regardé maintenant comme utile, juſqu'à ce que l'expérience induſtrieuſe d'Artiſtes inſtruits, nous en trace un qui approche davantage des conditions néceſſaires à la meilleure conſtruction du fourneau que l'on peut deſirer.

QUATRIEME PARTIE.

Des Fontes moulées.

Lorsque nous avons cherché les moyens qui pouvoient amener les différentes eſpeces de mines à peu-près à une même diſpoſition à la fuſion, nous n'avons pas prétendu que les fontes qui en proviendroient, en auroient toutes des qualités égales. Il eſt bien vrai qu'il y a de ces qualités qui dépendent du travail ; mais il y en a d'eſſentielles à la choſe, dont on croit qu'il n'eſt pas poſſible de les priver. Cette partie mérite d'être très-ſpécialement travaillée ; mais elle a de ſi grandes difficultés que, pour la traiter convenablement, nous croyons devoir attendre que nous ſoyons mieux inſtruits. Nous nous renfermerons donc maintenant à voir quelles ſont les fontes qui conviennent à notre objet préſent.

En général les fontes propres à être moulées ſont celles qui peuvent être bien fondues, & acquérir un grand degré de liquidité, qualité relative aux doſes convenables de mine de charbon & au travail, & celles qui en même temps ſont les plus tenaces à froid. D'où on pourroit conclure que certaines eſpeces de mines, & conſéquemment les fontes qui en proviennent, peuvent donner d'excellentes pieces moulées, pendant que converties en fer, elles pourroient donner du fer d'une qualité très-médiocre. Swedemborg nous a pluſieurs fois répété que des mines chargées de ſoufres donnoient des fers caſſants à chaud & très-tenaces à froid.

Les matieres qui coulent de nos fourneaux ne nous apprennent que trop les différents états de la fonte, relativement à la liquidité.

Qu'il y ait trop de mine, eu égard à la quantité de charbon, la fonte qui en provient étant chargée de matieres étrangeres qui n'ont pu s'en féparer, coule difficilement, pefe moins relativement à fon volume que les efpeces dont nous allons parler. Sa furface eft élevée, convexe, inégale, caffée; elle eft blanche, fans apparence de lames ou grains; elle eft très-fragile, très-dure, & effuyera un grand déchet fi on la convertit en fer.

Qu'il y ait la quantité convenable de mine & de charbon, la fonte coule aifément, pefe davantage; fa furface eft unie, quelquefois un peu concave; caffée, on y voit des grains blancs avec quelques parties qui noirciront d'autant qu'il y aura plus de charbons relativement à la mine. Elle eft tenace, plus pefante que la premiere, & effuyera moins de déchet pour être convertie en fer.

Qu'il y ait peu de mine, relativement au charbon & au travail, la fonte eft très-grife, coule affez difficilement, eft lourde, tenace, approche de la ductilité, & fouffrira encore moins de déchet pour être convertie en fer.

Ces degrés font remplis d'une multitude infinie de nuances dont le dernier approche le plus de l'état du fer, & le premier en eft le plus éloigné; mais ce que nous devons remarquer, c'eft que dans les fontes, les mots de *dur* & de *caffant* ne font ici que ce qu'ils font en tous genres, des expreffions relatives.

Quant à la couleur, on peut remarquer que la dureté & la fragilité augmentent à proportion que les fontes approchent plus du blanc, comme la tenacité s'accroît à mefure que leur couleur approche du brun; de façon qu'on peut prendre *très-blanc* pour *très-dur & fragile*, *très-gris* pour *très-tenace & moins dur.*

A l'occafion de la couleur blanche, nous devons faire obferver que fi elle eft naturelle à la fonte, dans le cas dont nous venons de parler, elle peut être accidentelle à toutes les efpeces de fonte, & ce, à proportion de la promptitude & du degré de refroidiffement qu'elle aura effuyé.

La fonte de la qualité moyenne en petit volume, refroidie promptement, blanchit; elle doit donc, fuivant ce que nous avons dit, devenir plus dure, plus caffante, & augmenter de volume; & c'eft ce qui arrive effectivement. Si la maffe eft épaiffe, & que le prompt refroidiffement ne puiffe pas pénétrer jufqu'au milieu, les contours auront acquis les qualités que nous difons de blancheur & de dureté, & le milieu aura confervé fa couleur, fans que fa dureté foit augmentée. Ce qui nous montre que fi nous avions befoin que le milieu d'une piece fût très-dur, il faudroit qu'il y eût dans ce milieu une

ouverture

ouverture pour y porter le refroidiſſement par préférence au reſte de la piece. Si nous appliquons cette conſéquence à la maniere de couler les canons ſans noyau ou ſans vuide intérieur, il ſera aiſé de ſentir quel en doit être le réſultat; ce qu'on pourra voir plus amplement dans un Mémoire de M. Dantic, ſur les ſoufflures des métaux.

Ce qu'il nous convient actuellement de ſavoir, eſt que la fonte griſe peut, par l'eſpece de refroidiſſement, devenir dure, blanche & caſſante, & que réduite en fer, elle en donnera la même quantité que ſi elle fût reſtée griſe; d'où on voit qu'on ne doit pas la confondre avec les fontes naturellement blanches dont nous avons parlé.

Nous ſommes bien fâchés que ce que nous établiſſons, ſoit totalement oppoſé aux idées que M. de Réaumur nous a données des fontes dans le premier Mémoire de l'Art d'adoucir le fer fondu, page 130. Le point eſt d'une trop grande conſéquence pour nous taire comme nous l'aurions ſouhaité; d'autant qu'il nous a même ôté la reſſource que nous avons tentée de l'interpréter par le moyen des fontes devenues blanches accidentellement.

« On ſait, dit-il, & nos Mémoires précédents l'auront appris de reſte, » que la matiere qui coule du fourneau, immédiatement après que la mine » de fer a été fondue, eſt ce qu'on appelle *Fonte*, & eſt un fer qui n'eſt pas » malléable. En général, on peut diſtinguer les fontes, & on les diſtingue en » deux claſſes, par rapport à la couleur qu'on voit ſur leur caſſure; les unes » ſont des fontes blanches, & les autres ſont des fontes griſes; la diffé- » rence des mines a quelquefois part à cette différence de couleur; sou- » vent elle vient de la maniere dont le fourneau a été chauffé & chargé. » Quand on les diviſe en fontes blanches & en griſes, on ne prend pourtant » que deux des termes moyens qui expriment leurs différentes couleurs inté- » rieures. Les fontes blanches ſont plus pures que les fontes griſes; elles » contiennent plus de fer. Nous l'avons déja vu, & nous en donnerons » encore une preuve, qui eſt que dans les forges, on retire plus de fer forgé » d'un certain poids de fonte blanche, que du même poids de fonte griſe. » Il y a plus de matieres étrangeres dans les fontes griſes, & ſur-tout pro- » bablement plus de matiere terreuſe, plus de matiere vitrifiée, de ce qu'on » appelle dans les fourneaux à mine de fer, *du Laitier* ».

M. de Réaumur a encore parlé, dans ſon ouvrage, d'une remarque qu'il penſe avoir faite ſur l'eſpece de volume qu'acquiert la fonte en refroidiſſant, ce qui donne à cette matiere le moyen de ſe mouler mieux; cette obſervation méritoit la plus grande attention. Un fait auſſi contraire à ce qui arrive aux autres matieres, ne pouvoit être trop regardé avant d'en conclure abſolument l'exiſtence d'un phénomene qui peut n'être qu'une illuſion aſſez ſubtile pour en avoir impoſé aux yeux de ce Savant.

A ces propoſitions, nous pouvons oppoſer ce que nous dit Swedemborg

à la fin de ses Observations sur les Foyers Allemands & François.

« Dans les foyers Allemands, dit-il, on demande du fer crud qui soit » tenace, & qui dans sa fracture soit de couleur grise. Ici on veut du fer » qui soit plus crud, fragille, & dont la cassure brille de petits grains & » points éclatants; car si on n'a pas du fer de cette espece, la liquidation se » fait plus difficilement. Le fer crud qui est tenace & qui a été bien recuit » dans le fourneau, non-seulement résiste plus long-temps au feu, mais » même le déchet est moins grand, quand il est converti en fer, que celui » des fontes blanches & cassantes ».

Si on a recours à l'expérience pour décider entre ces deux Observateurs, elle n'est pas favorable au François. Au reste il nous ramene à notre objet, en nous disant que de presque tous les fourneaux à fer dont on coule la fonte en moule, on ne tire que des fontes grises, soit que les mines qu'on y fond donnent naturellement ces sortes de fontes, soit qu'on les y rende telles par les circonstances qu'on observe en les faisant fondre.

Ces circonstances dépendent de la juste proportion de la mine & du charbon, de l'intelligence, du travail & de l'assiduité du Fondeur; la réussite des pieces dépendant de la qualité de la matiere, notamment de sa fluidité; de la bonne construction des moules, de leur matiere, & de l'adresse industrieuse du Mouleur.

M. de Réaumur cherchant à perfectionner cette partie, a remarqué que quoique les limes & les ciseaux eussent quelque prise sur les fontes grises, néanmoins les ouvrages qui en proviendroient, quoique ciselés, limés, polis, n'auroient ni la blancheur, ni le brillant du beau fer; que leur couleur seroit toujours foncée & trop terne. Pour remédier à ces inconvénients, il a fait des expériences qui l'ont conduit à obtenir des fontes très-blanches, conséquemment très-dures; il a retrouvé le secret d'adoucir, de rendre traitables ces fontes pour les travailler, avec le moyen de les durcir quand elles sont travaillées. Enfin il a réussi à faire des ouvrages de fer fondu qui avoient la blancheur & l'éclat des beaux ouvrages de fer. Découverte flatteuse par la multitude des objets essentiels qu'on se promettoit de remplir; mais découverte presque aussi-tôt abandonnée que remise au jour, parce qu'on ne l'a effectivement appliquée qu'à des objets de curiosité ou de luxe, qui ne peuvent avoir de valeur qu'autant que le goût en changera souvent, & que l'exécution en sera plus difficile. Mais nous devons nous occuper des services que les fontes nous rendent pour des objets plus ordinaires & de nécessité reconnue.

En général des pieces moulées, les unes peuvent être coulées, plusieurs même à la fois; la fonte venant directement d'un fourneau dans des moules préparés à découvert dans le sable, tels sont les contre-cœurs, marteaux, enclumes de forge, &c. D'autres veulent être coulées dans des moules

cachés en terre; & demandent le produit de plusieurs fourneaux, tels sont les canons. Pour d'autres pieces, il faut puiser avec des poches la fonte dans le fourneau, pour emplir des moules préparés les uns avec de la terre, les autres avec du sable, tels que sont ceux qui sont disposés à donner la forme à des pots, des marmites, &c.

Pour donner plus de clarté à ces différents procédés, nous croyons devoir en parler séparément sous ces différents points de vue; moulage à découvert; moulage dans de la terre; moulage dans du sable; moulage dans des coquilles. Il y a lieu de s'étonner du silence de Swedemborg sur ce travail. Il a seulement indiqué quelques endroits où on faisoit de ces especes de marchandises. Auroit-il craint de nous instruire? Ce qui pourroit déterminer à le croire, c'est l'avidité avec laquelle il a saisi l'ouvrage de M. de Réaumur.

Article I.

Moulage à découvert dans du Sable.

L'inspection seule du bas de la Planches II montre combien il est aisé de se procurer des pieces moulées de cette façon. Pour un contre-cœur, par exemple, muni du modele *O* qui devroit avoir à gauche ce qu'on veut qui soit à droite dans la piece, on prépare à côté de la gueuse le sable de l'espace *N N*, en l'humectant légérement, & le remuant comme on le fait pour le moule de la gueuse. Ce sable uni avec le rabot, on renverse dessus le modele pour que la figure soit présentée au sable; on presse fortement le modele, ayant soin de le tenir horizontalement; on bat du sable dans les contours pour former les bords; on creuse en partie la coulée *M*, sur le bord de laquelle on laisse une boule d'argille molle, pour la boucher lorsqu'il en sera temps. On enleve le modele. Dans cet état, supposant que le métal dans le moule de la gueuse fût un peu plus élevée que dans celui du contre-cœur, en achevant de déboucher la coulée *M*, le moule *N N*, s'emplira. Lorsqu'il y a coulé du métal en quantité suffisante, on l'arrête par le moyen de la boule d'argille dont on ferme la coulée. La piece levée, elle est en tout semblable au modele, excepté qu'elle porte à droite ce que le modele doit avoir à gauche. Suivant ce que nous avons dit, il n'est pas étonnant que la fonte de pareilles pieces qui ont une grande surface sur peu d'épaisseur, coulées d'ailleurs sur du sable très-froid, durcisse & blanchisse.

Si au lieu d'un modele de contre-cœur, nous imprimons dans le sable celui d'une enclume de forge, ou de quelques autres pieces de cette espece, nous les obtiendrons aussi facilement. Pour les marteaux, ils demandent un peu plus d'appareil à cause de l'ouverture qu'ils doivent avoir dans le milieu pour passer le manche. Il est aisé de ménager cette ouverture

par le moyen d'un chaſſis de planches arrêtées par des crochets. On emplit le vuide de ce chaſſis de ſable battu ; en décrochant, on enleve aiſément les pieces du chaſſis qui entourent ce ſable qui demeure au milieu du moule.

Cette méthode eſt ſi ſimple, qu'il eſt toujours aiſé de multiplier les ſervices qu'elle peut procurer, ſur-tout pour les Manufactures de fer. A la forge de Fraiſan, les jambes de l'équipage du marteau, la clef tirante, les mortiers ſont de fontes. Il eſt commun d'en voir de fonte ; on les a faits pendant long-temps de fer forgé. On commence à couler des colliers avec quatre dents pour embraſſer l'arbre du marteau, & remplacer les bras qui obligeoient à le percer, ce qui l'affoibliſſoit beaucoup ; & c'eſt une piece précieuſe qu'on ne peut trop ménager.

Il y a des fourneaux où l'on trouve difficile de ſe procurer des enclumes & des marteaux d'un bon ſervice, par les raiſons que ſi la fonte tire trop en blanc, elle eſt ſi dure qu'aucun outil ne peut mordre deſſus, comme il ſeroit néceſſaire pour dreſſer & polir les aires ; d'ailleurs elle eſt ſi fragile que quelquefois une enclume qui a demandé bien du temps & de la dépenſe pour être diſpoſée & placée, caſſera au premier coup de marteau. D'un autre côté, ſi la fonte eſt griſe, à la vérité elle ſera tenace ; mais les grains ſont ſi durs que le ciſeau & le travail les détachent plutôt que de les couper ou applatir, ce qui rend les aires ſi défectueuſes qu'on ne peut s'en ſervir à unir du fer qui en reçoit toutes les empreintes. Nous parlerons quelque part des moyens de parer à une partie de ces inconvénients par des recuits, ou en employant, au moyen de quelques attentions, les matieres brûlantes qui ſont la ſécrétion des fourneaux, on empêche la ſuperficie des fontes d'être trop promptement ſaiſies par un air froid qui durcit trop la premiere lame de la piece fondue.

A ces deux inconvénients, deux remedes ſe préſentent ; l'un fourni par Swedemborg, convient aux fontes griſes ; l'autre eſt une ſuite, ou plutôt une application de ce que nous avons dit, & convient aux fontes blanches. Par *gris* & *blanc*, nous n'entendons pas les extrêmes.

Le premier remede eſt de ſouder ſur l'aire d'une enclume, une feuille d'acier, comme on le pratique en Suede ; procédé dont on peut voir tout le détail dans Swedemborg.

Pour le ſecond qui regarde les fontes blanches, il convient de diſtinguer ſi cette blancheur, ou, ce qui eſt la même choſe, la dureté & fragilité des pieces moulées viennent de la matiere ou par accident. Si c'eſt par accident, c'eſt-à-dire, par un refroidiſſement trop ſubit, le recuit leur rendra leur premiere qualité ; ſi c'eſt de la matiere, le recuit avec des matieres abſorbantes, les ámenera au point qu'on pourra les employer utilement.

Ces remedes ne ſont jamais mis en uſage en France, probablement parce qu'ils

qu'ils ne sont pas assez connus: car il n'y a point de comparaison entre la perte de plusieurs enclumes & marteaux, & la dépense des correctifs que nous proposons. Un four de reverbere, un four de fonderie ordinaire dont beaucoup de forges sont fournies, suffit pour ces recuits, dont l'effet sera d'autant plus prompt qu'on y exposera les pieces encore chaudes, comme il est très-possible de le faire, puisqu'il n'est question que de les tirer plus promptement du moule. Ces mêmes fours peuvent encore suffire pour les pieces qui demanderoient à être recuites avec des absorbants, puisqu'il ne s'agit que de les environner de chaux, matiere d'autant moins coûteuse qu'elle peut servir plusieurs fois à la même opération. On peut voir les raisons de son effet, au §. V de la troisieme Partie de la premiere Section. L'utilité de ces recuits peut s'étendre à bien d'autres pieces que celles qui sont nécessaires au service des forges, telles que les affuts de mortiers, &c.

Nous avons vu quelques Maîtres de Forges payer assez chérement un Ouvrier qui leur couloit des marteaux dans des moules de terre au lieu de sable; mais l'effet n'a pas répondu à leurs espérances. Il est très-aisé de sentir que ces moules ne peuvent procurer l'effet ni des recuits ni des absorbants qui demandent un feu d'un certain degré & d'une certaine durée. Il y a quelques années, que pour opérer une partie de l'effet des recuits, nous avons employé au fourneau de Compasseur en Bourgogne, les matieres enflammées qui sortent du fourneau, le laitier même auquel on laissoit prendre assez de consistance pour le transporter à la pelle tout enflammé sur les pieces à recuire, & on le remplaçoit par de nouveau laitier enflammé, dès qu'il paroissoit se trop refroidir : ce procédé si simple nous a bien réussi.

ARTICLE II.

Moulage en terre.

De toutes les manieres d'obtenir des pieces figurées, celle qu'on emploie en les coulant dans des moules préparés avec de la terre, demande le plus d'appareil & de dépense. Aussi pour certains objets, on lui a utilement substitué le moulage en sable, comme nous le verrons.

Pour mieux entendre la suite de l'opération du moulage en terre, nous avons cru devoir commencer par l'explication des Planches qui y ont rapport. Elles ne parlent que des marmites; mais l'exemple d'une marmite sera plus que suffisant pour avoir une idée très-claire de toutes les pieces qu'on peut obtenir de même, comme des tuyaux pour la conduite des eaux, des vases, &c. On trouvera à la fin de cette Section ce que MM. Duhamel & Deparcieux nous ont communiqué sur la fonte des tuyaux, & ce qu'ils ont donné sur ce moulage & ceux faits en sable & en terre, suppléera à ce qu'on pourroit desirer sur ces objets.

Nous ferons une Section à part de ce qui regarde le moulage des fontes

destinées à l'usage de la guerre; M. Camus, Inspecteur des Ecoles d'Artillerie & de Génie, Membre de l'Académie Royale des Sciences, nous ayant fait espérer des Mémoires instructifs sur cette partie, au moyen desquels nous pourrons instruire des meilleures & des plus nouvelles pratiques supérieures à celles qui étoient employées du temps de M. de Saint-Remy.

Les fourneaux dans lesquels on puise la fonte avec des poches pour la couler dans des moules, n'ont rien de particulier, sinon que pour avoir un plus grand espace devant la Dame, on en éloigne un peu plus la tympe; & la costiere du contrevent quitte un peu la parallele pour s'élargir sur le devant; quelquefois pour avoir plus de profondeur, la thuyere est à quinze pouces du fond. Il faut bien se conformer à ce que l'espece du travail exige.

PLANCHE X.

La Vignette représente un attelier où l'on prépare la terre, où l'on forme les moules, & où on les fait sécher.

a, *a*, *a*, Murs du devant de l'attelier qu'on a brisé.

La Figure 1[ere] pêtrit, corroie la terre

b, *b*, *b*, Planches qui entourent le marchoir.

c c, Endroit du marchoir où l'Ouvrier jette avec la pelle la terre suffisamment pêtrie.

d, *d*, Piquets qui soutiennent les contours du marchoir.

e, Brouette qui apporte la terre dans le marchoir. On la monte sur une planche inclinée.

f, Chaudiere où l'on fait chauffer en hiver l'eau pour pêtrir la terre. *g*, le feu sous la chaudiere.

Les Figures 2, 3, travaillent au moule. La seconde applique un lit de terre.

h, *h*, *h*, Pieds de l'établi de la figure 2.

i, *i*, Traverses des côtés de cet établi.

k, Le calibre ou l'échantillon.

l, La manivelle.

m m, Planche commune aux établis des figures 2 & 3, sur laquelle ces Ouvriers posent leur terre.

n, Partie de la Planche qui sert de rebord aux établis : on la brise pour ne point cacher les moules.

La figure 3 détermine avec un cordeau la place des anses du moule.

o o p q r r, Rôtisserie. On l'a coupée en *p p*; on ne lui a pas donné toute sa longueur.

p p, Charbon qui est dans la rôtisserie.

r r, Moules à sécher sur la rôtisserie.

s, *s*, Les tablettes soutenues au-dessus de la rôtisserie, où les moules *t*, *t*, *t*, à qui on ôte l'arbre & la torche, sont à sécher. Ces planches sont

écartées les unes des autres, pour donner passage à l'air chaud.

La Figure 4 retire la torche d'un moule *u*.

La Figure 5 met des pieds à un moule.

x, Traverses contre lesquelles sont appuyés divers moules *y*, *y*, après qu'ils ont été blanchis avec de la craie.

z, Le seau à la craie avec le pinceau de filasse.

La Figure 6 arrange & retourne des marmites qui sont à sécher autour du feu de charbon, après que leurs pieds ont été mis.

8, 8, Moules finis avec leurs pieds, anses & jets.

Bas de la Planche.

B C, Manivelle ou double manivelle.

C, Cheville à laquelle est arrêté le bout de la torche.

D, Cette torche.

E F G H I, Arbre sur lequel se bâtit le noyau.

E F, La partie prismatique.

G, Tourillon d'un des bouts; *H*, Collet qui est à l'autre bout; *I*, Tenon où s'engage la manivelle.

K, Manivelle pour faire tourner l'arbre sur l'établi.

L, Marmite finie telle qu'on se propose d'en faire une.

M, Premier calibre ou échantillon. Celui qui conduit à devider la torche sur le moule.

N, Arbre recouvert de torche.

O O, Second calibre qui détermine l'épaisseur des enduits de terre qu'on met sur le noyau.

P, Noyau fini sur le calibre.

Q Q, Troisieme calibre qui regle l'épaisseur de la couche de terre qui occupe la place de la fonte.

R, Moule couvert de terre suivant ce calibre.

S S, Moule dont la chape est finie & où les moules des anses sont appliqués; *S*, *S*, Moules des anses.

T, *T*, *T*, Marques des trous où doivent être les pieds.

V V, Ligne marquée par le doigt du Mouleur, & selon laquelle la chape sera fendue.

X, *X*, Moules des anses vus séparément.

Z, *a*, Les deux pieces dont ce modele est composé.

b c d, Terre appliquée sur le modele des anses.

c, Piece du modele qu'on retire la premiere.

e, Couteau à fendre la chape.

f, Moule dont on a fait sortir l'arbre.

g h, Le même moule vu du côté de la gueule de la marmite, ou de celui par où est sortie la torche.

h, Torche qui a été tirée de ce moule.

1, Maillet avec lequel on frappe l'arbre pour le faire ſortir.

3, 2, Moule dépouillé à moitié de la chape. On voit en 3 le trou de l'arbre.

l, Moitié de chape qui recouvre encore le noyau.

m, *n*, Deux moitiés de chape à qui les pieds ont été ajoutés.

o, *o*, *o*, Pieds.

p, Modele de partie *q* du pied.

q, Partie du pied.

r, Modele du bout du pied.

s, Moule du bout du pied.

u u u, Noyau commencé à recouvrir de ſa chape. *u u u* marquent les balles de plomb qui empêcheront la chape de toucher le noyau.

x, Partie de la chape en place. x^{1} eſt le trou du noyau bouché.

y, Boîte aux balles de plomb.

z, Modele des jets.

1, Jet.

4, 4, Jets appliqués au moule fini.

PLANCHE XI.

La Vignette repréſente des atteliers où des Ouvriers travaillent à mouler, à puiſer la fonte dans le fourneau pour la verſer dans les moules, à tirer des moules les pieces moulées & à réparer ces pieces.

La Figure 1ere eſt un Mouleur en ſable. *a a* eſt ſon établi. *b*, le chaſſis ſur lequel il travaille.

La Figure 2 prend avec une grande cuiller de fer de la fonte dans l'ouvrage du fourneau. *d* eſt la dame de ce fourneau. *e* eſt le devant du mur. *f*, le toît du fourneau coupé en *g g*.

Les figures 3 & 4 verſent de la fonte dans les jets d'une marmite moulée en terre. *h*, les jets où ils verſent.

i, *i*, *i*, D'autres moules entablés prêts à recevoir la fonte, ou qui l'ont déja reçu.

k, Moule qu'on a commencé à retirer du ſable.

l, *l*, *l*, Chaſſis où ſont des Moules en ſable prêts à recevoir la fonte.

Figure 5, Ouvrier qui caſſe le moule d'une marmite moulée en terre : *m*, ſont les débris de ce moule.

n, *n*, Divers chaſſis à mouler.

Les Figures 6 & 7 rapent des marmites tirées des moules.

o p, Hangards où l'on fait recuire les moules de terre.

q, Marmites placées dans ce hangard, mais qui n'ont pas encore été couvertes de charbon.

Bas

Bas de la Planche.

Le bas de la Planche eſt principalement employé à faire voir en quoi les fourneaux où l'on coule de la fonte en moule different de ceux où on la coule ſimplement en gueuſe.

La Figure 1ere eſt le devant du fourneau pris depuis la dame juſqu'à la hauteur *A* du profil (*fig.* 3).

La Figure 2 eſt un plan de ce fourneau.

La Figure 3 eſt un profil d'une partie de ſa hauteur.

Nota. *Les mêmes lettres marquent les mêmes parties quand les unes & les autres ſe trouvent dans ces 3 figures.*

A A B B, Le devant du fourneau.

C, (*fig.* 1 & 3) Le mur qui eſt au-deſſus de l'endroit par où vient la fonte.

D D, (*fig.* 1) La dame qui eſt plus longue en ces ſortes de fourneaux que dans les autres.

F, (*fig.* 1 & 2) Endroit par où on fait couler la fonte, quand on veut la mouler en gueuſe.

F, (*fig.* 2) Moule d'une gueuſe.

G, Endroit où on puiſe la fonte avec les cuillers.

H, Mur ſous lequel paſſe la fonte pour ſe rendre dans l'endroit où on la puiſe.

I, L'intérieur du fourneau.

L, Rabot avec lequel on attiſe le feu de charbon dans les mouleries où l'on fait ſécher les moules.

M, Autre outil pour attiſer le feu dans les rôtiſſeries.

N, Cuiller à couler la fonte.

O P, Banc à qui deux pieds manquent en *P*; c'eſt ſur le bout *O* qu'on rape les marmites.

Q, Marmite ſur le banc.

R, Rape.

S, Outil pour caſſer les moules de terre.

Les Figures 4, 5 & 6 regardent le travail du Mouleur en terre repréſenté dans la Planche précédente. Elles donnent des plans & des profils de ſon établi vu en perſpective.

La Figure 4 eſt le profil ou coupe verticale de l'établi qui ſert à deux Ouvriers, priſe ſelon ſa longueur.

La Figure 5 eſt le profil ou coupe verticale de cet établi, priſe ſuivant ſa largeur.

La Figure 6 eſt le plan du même établi; 7, 8 ſont les endroits où travaillent deux Ouvriers. Ces figures comparées avec celles de la Planche précédente, ne demandent aucune explication.

§. I.

Moulage d'une Marmite.

Le moule du corps d'une marmite eſt compoſé de trois parties; l'intérieur ou le noyau autour duquel doit s'arranger le métal; l'eſpace que doit occuper le métal, & l'enveloppe ou la chape qui doit retenir le métal dans une telle dimenſion. Le noyau & la chape ſe forment avec de la terre qui ſe lie & durcit bien; & la partie que le métal doit occuper ſe fait avec une terre moins graſſe, afin qu'elle ſe détache plus aiſément; à quoi contribue l'eau de craie qu'on employe, comme nous le verrons. On donne la derniere préciſion à toutes ces parties par le moyen des échantillons, & nous avons vu qu'un échantillon eſt un bout de planche entaillé, comme on veut que ſoit la piece qu'on lui préſente; ce qui ſe fait d'autant plus aiſément que, par le moyen d'une manivelle, on la fait tourner contre l'échantillon.

Il eſt inutile d'avertir que, pour qu'un attelier puiſſe donner un grand nombre d'ouvrages, il faut pluſieurs Ouvriers avec différents degrés d'intelligence; il faut d'ailleurs que les matieres ne manquent pas. Quoique la deſcription des Planches puiſſe ſuffire, pour plus d'exactitude, nous allons détailler briévement chaque partie

Du Noyau.

La terre préparée & la torche de paille filée, un Ouvrier prend l'arbre, l'arrange dans la place qui lui eſt deſtinée à ſon établi, comme on le voit *Pl. X*, *fig* 2 & 3. Il attache ſur le plus épais de l'arbre le bout de la torche, & par le moyen de la manivelle, fait tourner cet arbre qui ſe couvre de torche proportionnellement à l'échantillon, comme on le voit en *M N* (*bas de la Planche*). Sur cette torche l'Ouvrier met de la terre pétrie, du volume & de la figure que regle l'échantillon *O O*. Cette partie finie, on la porte à la rôtiſſerie pour ſécher; ſéchée, on la couvre de craie au moyen d'une eau qui en eſt chargée, & on la laiſſe encore ſécher.

On peut remarquer que la torche de paille rend pluſieurs ſervices : 1°, elle épargne la quantité de terre, qui ſeche d'autant plus aiſément, qu'elle eſt en moindre épaiſſeur; 2°, elle donne la facilité de retirer l'arbre.

De l'eſpace que doit occuper le Métal.

Le noyau enduit d'une eau de craie ſe couvre d'une couche de terre moins graſſe, dont l'épaiſſeur eſt réglée par un deuxieme échantillon; on ſeche, on met une eau de craie.

De la Chape.

La chape ſe fait de même par une certaine épaiſſeur de terre dont on couvre cette ſeconde couche. Cette épaiſſeur eſt toujours réglée par un échantillon. L'Ouvrier marque ſur la chape, l'endroit des pieds, des anſes, & celui dans lequel on la fendra avec un couteau pour ôter la ſeconde couche de terre.

Des Anſes.

Le moule ſéché, un Ouvrier y applique le moule des anſes préparé par le moyen des morceaux de bois autour deſquels on arrange de la terre, comme le montrent aſſez les figures *x*, *y*, *z*, (*bas de la Planche X*). Le moule des anſes tient à la chape par un enduit d'argille. On laiſſe ſécher.

Maniere de tirer l'Arbre & la Torche.

Le tout ſéché, un Ouvrier frappe avec un maillet de bois ſur le bout de l'arbre qui eſt du plus petit volume, ce qui le fait ſortir; mais il ne peut ſortir qu'il n'amene en même temps la partie de la torche qui eſt clouée ſur le gros bout qui ſort le premier. On acheve aiſément de tirer la torche, & dans cet état on porte le moule ſur des Planches où il ſeche doucement, en attendant une quantité convenable au produit du fourneau.

De l'eſpace du Métal, des Pieds & des Coulées.

Un Ouvrier place le moule ſur ſon établi; avec le couteau, il acheve de fendre la chape ſuivant la ligne qui a été tracée, & qui ne doit paſſer ni dans les anſes ni dans les pieds. La chape fendue, les deux morceaux ſe détachent aiſément de la ſeconde couche, à cauſe du léger enduit de craie qu'on lui a donné. On enleve enſuite cette ſeconde couche qui ſe détache auſſi très-aiſément du noyau; de-là il eſt aiſé de voir que ſi on approche les deux pieces de la chape autour du noyau; il reſtera un vuide proportionné à l'épaiſſeur & à la forme de la ſeconde couche enlevée. Mais avant que de rapprocher ces pieces, on place les moules des pieds préparés d'avance. On les fixe avec de l'argille; on bouche auſſi la partie du trou que l'arbre a laiſſé à la partie inférieure du noyau.

Les pieds placés, on rapproche les deux parties de la chape, qu'on tient également éloignées du noyau, par l'interpoſition de quelques balles de plomb, du diamettre que doit avoir le vuide qui entoure le noyau. La fente que le couteau a fait ſe recouvre d'argille, afin que les pieces tiennent enſemble. On place les coulées préparées ſur leur modele. On fait ſécher.

Du Moulage.

Plusieurs moules en cet état ſe portent au fourneau (*Pl. X I*); on les

ènterre dans le ſable, comme on le voit en *l l l*. Les coulées étant plus longues que les pieds, il n'y a qu'elles qui débordent au-deſſus du ſable. Les figures 2, 3, 4, montrent la maniere de puiſer la fonte dans le fourneau & de la verſer dans les coulées. Les autres figures montrent comment on tire du ſable les pieces; comment on caſſe la chape: on les porte enſuite à l'attelier deſtiné à les réparer, ce qui ſe fait avec des rapes & d'autres outils appropriés à l'intention de l'Ouvrier.

ARTICLE IV.

Moulage en Sable.

Il y a des choſes ſi communes qu'on ne ſe donne plus la peine de remarquer l'intelligence & l'adreſſe qu'il a fallu pour les imaginer & les mettre en pratique. Le moulage en ſable eſt de cette eſpece. Il nous procure en un inſtant des pieces, qui avec la terre, demandent, comme nous l'avons vu, beaucoup de temps, & beaucoup de dépenſe. S'il s'agit d'une marmite, l'objet eſt de la mettre dans une certaine quantité de ſable contenue & ſerrée dans un chaſſis, & d'enlever enſuite cette marmite ſans déranger le ſable, ce qui revient à laiſſer un vuide dans du ſable enfermé dans un chaſſis, & que ce vuide ſoit en tout ſemblable à la piece qu'on a retirée. Le point, comme on le voit, n'eſt pas d'enfermer un modele dans le ſable; mais la queſtion eſt de l'en tirer ſans troubler la forme de la matiere qui l'enveloppe. Cette difficulté s'évanouira à meſure qu'on conſultera la Planche qui a rapport à ce travail.

PLANCHE XII.

A A, Planche à mouler.

B C D, Chaſſis à mouler; *B*, *B*, les trous des goujons ou des guides; *C*, un des portants; *D*, la couliſſe.

E, Le chaſſis à mouler poſé ſur la planche à mouler *F*.

G, Chaſſis ſur la planche à mouler dans lequel a été mis le moule de la marmite renverſé *H*. On y voit les ouvertures des pieds; *G*, marque auſſi une des couliſſes du chaſſis.

I, Le moule de la marmite. Près de *I* ſont les trous d'une des anſes.

K K K, eſt le plan de ce moule, & ces trois lettres marquent les trois ouvertures des pieds.

L, eſt le même chaſſis *G*, où la marmite eſt recouverte de ſable.

M M M, Le même chaſſis dont on a ôté du ſable en *M M M* pour mettre les pieds de la marmite.

N, Patin.

O, Pied.

P

P fait voir le moule du jet & la place de trois patins.

Q, le moule du jet qui eſt un ſimple morceau de bois arrondi par deſſous comme le fond du modele.

RRSS, Fauſſe piece de deſſus dont *RR* marque les goujons; en *SS* doivent être les anneaux qui reçoivent les crochets de la fauſſe piece de deſſous.

TVYX, Coupe qui montre comment la marmite *V* eſt renverſée ſur la planche à mouler *T*, la fauſſe piece de deſſus *YY*, & le jet *X*.

ZZ, eſt la figure *TVY* en perſpective. La fauſſe piece de deſſus eſt remplie de ſable; le moule du jet eſt entiérement enterré.

abc eſt le chaſſis des figures précédentes, renverſé; *a* eſt la fauſſe piece de deſſus vue en deſſous; *c*, la marmite qui a la gueule en haut.

def eſt une coupe du moule de la marmite qui montre la poſition des deux pieces qui ſervent à mouler une des anſes.

gh, Le moule de la partie inférieure de l'anſe; *g*, la partie qui reſte dans la marmite, *h*, celle qui moule la courbure de l'anſe.

ik, Moule de la partie ſupérieure de l'anſe; *k* ſert pour la mouler; *i* reſte dans la marmite, & ſert ſeulement à retirer cette piece.

llmn, Fauſſe piece de deſſous qui va ſe mettre deſſus; *m*, les languettes ou tringles qui s'emboîtent dans les couliſſes d'un chaſſis; *nn*, crochets qui s'arrêtent dans les crampons du chaſſis de deſſus.

o, La fauſſe piece *ll* miſe ſur le chaſſis; *p* marque l'endroit où le crampon *n* s'accroche.

qrs, le chaſſis & fauſſe piece qui a été retournée après que la marmite a été entiérement recouverte de ſable; *r* eſt la fauſſe piece de deſſus; *s*, la fauſſe piece de deſſous qui eſt la même que la piece *o* de la figure précédente; *q*, ouverture du jet un peu aggrandie, parce que ſes arrêtes ont été abattues.

uu, Fauſſe piece de deſſus avec partie du moule du jet enlevée.

xx, Endroit d'où a été enlevée la fauſſe piece de deſſus *u*; on y voit auſſi la place du jet d'où le moule a été retiré.

zz, Fauſſe piece de deſſous ſur laquelle eſt le noyau *y* de la marmite, après que le chaſſis *xx* a été enlevé.

1, Cuiller à réparer le noyau.

2, Marmite moulée à laquelle le jet tient encore.

3, 3, Marmite à laquelle le jet a été ôté.

4, Cuiller à mouler.

5, Manche pour couvrir le bras du Mouleur.

6, Couteau à parer.

7, Le Secoueur.

8, Rape pour réparer.

9, Regle du Mouleur.
10, Sac pour la poussiere de charbon.
11, Bouchon de laine pour les anses.
12, Houssoir.
13, Tire-laine qui est au bout du houssoir.
14, Batte ronde.
15, Batte à anse.
16, La pose-par-tout, ou *Batte-plate.*
17, 19, Battes quarrées.
18, Marteau.
20, Pelle de bois.
21, Le sas.

Moulage.

Un attelier fourni suffisamment de toutes les pieces que nous venons de voir, du nombre de Sableurs, de sable qui doit être gras & fin, connu sous le nom de *Sable des Fondeurs*, d'un Menuisier pour raccommoder les chassis : il est aisé de sentir combien l'opération du moulage doit être prompte, & que pour réussir, il ne faut que l'exactitude dans le rapport des pieces à mouler & des chassis ; ce travail va si vîte pour une petite piece qu'elle se voit peut-être moulée en moins de temps que nous ne l'aurons décrit.

Un Sableur qui veut faire le moule d'une marmite, ayant, pour plus grande commodité, sur son blanc, son sable tamisé, humecté & bien remué, place la planche *A A*, & lui donne un coup de houssoir pour qu'il n'y ait aucune ordure ou partie de sable. Il place sur la planche le chassis *G*, & au milieu du chassis le modele *H* qui doit être renversé. Remarquez que le chassis *G* doit être exactement de la même hauteur que le corps de la marmite & les pieds qu'on placera ensuite.

Le modele *H* renversé dans le milieu du chassis *G*, l'Ouvrier met petit-à-petit du sable tout autour, & le consolide en le frappant avec ses battes. Le sable étant à la hauteur de la marmite, il place sur le fond la coulée, comme on le voit en *P*, & continue à mettre & battre du sable autour jusqu'à ce que le chassis en soit rempli.

Le chassis entiérement rempli de sable battu, comme on le voit en *MM*, l'Ouvrier ouvre le sable dans les endroits où doivent être les pieds, & qui sont marqués sur le modele. Ces endroits découverts, il y présente les modeles *O* de la monture du pied, bat du sable autour, & place enfin le modele du patin au bout de la monture de chaque pied. Il continue à mettre & battre du sable jusqu'à la hauteur des bords du chassis ; avec sa regle, il fait tomber tout le sable excédent, & saupoudre de blanc. Nous dirons après ce que c'est que le blanc. Maintenant il suffira de savoir qu'il empêche cette partie de sable de se lier avec celle qu'on doit mettre dessus.

Le chaſſis rempli de ſable contient donc le corps de la marmite avec les différentes pieces des pieds qui n'excedent pas la hauteur du chaſſis. Il n'y a que la coulée qui déborde, comme on le voit en *P*.

Sur ce chaſſis *P* ainſi préparé, l'Ouvrier place la fauſſe piece *l m n*, dont les boulons ſe rapatronnent exactement dans les trous pratiqués au chaſſis, ainſi qu'on le voit : on met dans la rainure la partie *m*, & on accroche la partie *n*. Il eſt aiſé de ſentir que toutes ces précautions ne ſont que pour que la fauſſe piece *l m n* ne puiſſe point être dérangée quand elle ſera placée ſur le chaſſis *P*.

On met du ſable dans cette fauſſe piece ; on le bat ; on l'évaſe avec la regle, & alors on ne voit plus que ſable, & au milieu le moule de la coulée, comme *z z* le fait voir.

On renverſe alors le chaſſis, comme le montre *a b c*, & par-là la gueule de la marmite eſt en haut. On voit les trous percés dans le modele pour former les anſes. Pour cela l'Ouvrier y fait entrer les modeles *g*, *h*, *i*, *k*, comme on le voit en *d e f*, & retire enſuite les modeles dont il bouche l'entrée avec des tampons de laine, puis ſaupoudre de blanc la partie de ſable qui eſt autour de la marmite ; il accroche une ſeconde fauſſe piece, comme on le voit en *D*, & emplit de ſable tant l'intérieur de la marmite que la fauſſe piece, ayant toujours ſoin de battre le ſable, puis il paſſe la regle.

Nous avons donc actuellement un chaſſis rempli avec une fauſſe piece à chacune de ces extrêmités. Celle de deſſous dans l'état actuel portant la coulée.

L'Ouvrier renverſe le chaſſis, & alors la fauſſe piece qui ſe trouve deſſous, porte le noyau, ou le ſable qui a été mis dans le vuide du modele. Il décroche cette fauſſe piece ; & ſoulevant le chaſſis, on voit le noyau à découvert en *z y*. Cette partie *z* s'eſt ſéparée du ſable qu'elle recouvroit, à cauſe du blanc dont on l'avoit ſaupoudré. Il n'eſt plus queſtion à préſent que de retirer les différentes pieces que nous venons d'enfermer.

Pour tirer le modele du corps de la marmite dans le chaſſis, l'Ouvrier avec le crochet du houſſoir tire des bords, les tampons de laine qui fermoient les entrées des anſes ; & frappant enſuite quelques petits coups contre le modele, il le détache fort aiſément quand il eſt bien en dépouille. *Etre en dépouille*, pour un modele, c'eſt *quitter aiſément le ſable*, ce qui ſuppoſe une forme convenable, & une matiere dure & polie. Le modele ne peut pas être ôté que les montures des pieds ne ſuivent, par la raiſon qu'elles ſont plus larges vers la marmite. Il répare alors avec ſes cuillers & ſon couteau ce qui le demande, ſecoue de la poudre de charbon tant ſur le noyau que ſur la partie qui doit le recouvrir, & remet enſuite le chaſſis ſur la fauſſe piece qui porte le noyau. Cette partie bien accrochée, il

décroche la fausse piece qui porte la coulée, la souleve; mais il ne peut pas la soulever que la coulée ne suive, puisque par sa forme elle est plus étroite vers le fond de la marmite. Les modeles des patins sont alors à découvert, & sortent d'autant plus facilement qu'ils sont plus larges en dehors. On prépare, on saupoudre de charbon, ensuite on remet & on accroche la fausse piece qui porte l'empreinte de la coulée, & le moule est fini, comme on le voit en *q r*, puisqu'il ne reste que le vuide des pieces.

On porte le moule en cet état proche le devant du fourneau pour l'emplir de fonte, lorsqu'il y en aura un nombre suffisant, & que le fourneau sera disposé à fournir une matiere convenable.

Il y a, comme on le voit, aux différents chassis des poignées, pour que l'Ouvrier puisse les tourner commodément. Quand les pieces sont considérables, ils se mettent plusieurs pour les travailler.

Le couvercle se moule dans un chassis de deux pieces rapprochées. L'intérieur du couvercle porte la coulée. L'anneau se perce avec deux morceaux de bois arrondis, & qu'on fait rencontrer; en retirant ces morceaux de bois, le vuide reste.

Il faut que devant la dame il y ait assez d'espace pour y faire entrer & mouvoir la poche qui peut porter 40 à 50 liv. Le bouchage ne se perce que les Fêtes & Dimanches, jour de repos pour les Sableurs. Tout ce qui se trouve de pieces manquées & de bavures se portent à la forge pour être converties en fer.

La facilité d'ajoutter des pieces aux chassis, fait voir celle d'exécuter différents modeles. Si, par exemple, on vouloit mouler une marmite à gros ventre, la seule inspection fait voir qu'il ne dépendroit que d'un corps de marmite & d'un corps de chassis séparés dans le plus grand diametre du ventre, &c.

Coulage.

Quand les Ouvriers ont une quantité de moules, relative à la fonte qui est dans l'Ouvrage, ils enduisent leurs poches d'argille pêtrie avec de la fiente de cheval, pour que la fonte ne s'y attache pas, & ils les font chauffer. La poche 4 est composée ordinairement d'un manche de fer que le Sableur enveloppe de deux morceaux de bois excavés & arrêtés par un anneau de fer. Lorsqu'on est prêt de couler, le Sableur met à son bras gauche le manche 5, & va par le dessus de la dame, puiser de la fonte dans l'ouvrage. La poche appuyée sur le bras gauche, tenue & tournée par la main droite, il verse la fonte dans la coulée des moules. Comme il faut que les pieces soient faites d'un seul jet, quand elles sont considérables, pendant qu'un Sableur coule, les autres en entretiennent le métal dans sa poche, en y versant les leurs.

Le sable se soutient à merveille dans ce travail quand il est gras, humecté à propos & bien battu. Il faut que le Fondeur entretienne sa fonte, toujours très-

très-coulante, ſans quoi elle feroit manquer les pieces, ou les rendroit défectueuſes.

On fait des marmites de toutes ſortes d'échantillons de deux livres juſqu'à trente, & des chaudieres juſqu'à cinquante livres. On fait même dans le beſoin de plus groſſes pieces. Le poids eſt ordinairement marqué ſur la piece, & leur nom vient de ce poids. On les appelle des *Marmites de* 4, *de* 10, &c.

Quatre Sableurs peuvent ſervir un fourneau qui produiroit environ deux mille à deux mille cinq cents livres de fonte en 24 heures.

Au ſortir de ce chaſſis, on caſſe la coulée & les bavures, & on acheve de perfectionner les pieces avec des marteaux acérés & tranchants, des rapes, &c. Les rapes ſont des morceaux de fonte coulés avec des entailles, en les paſſant ſur les pieces, elles en détachent le ſable & quelques parties de métal. Ce ſable eſt ce qu'on appelle *le Blanc* pour ſaupoudrer. Les Ouvriers ſont payés à la piece, tant par douze de chaque échantillon, quelquefois au poids. Les droits du Roi ſe payent dans les endroits de marque, ou à la ſortie de la Province comme fontes ouvrées.

AVERTISSEMENT.

M. DUHAMEL, de l'Académie Royale des Sciences, qui, plus que perſonne, a contribué par ſon zele à l'ouvrage de la Deſcription des Arts que le Public paroît recevoir avec empreſſement; non-content de l'avoir enrichi de la Deſcription de pluſieurs Arts particuliers qui ont déja paru, a bien voulu communiquer ce qu'il avoit dans ſes porte-feuilles ſur des Arts départis à d'autres Académiciens Il nous a remis la partie du Moulage en ſable que l'on va lire: on reconnoîtra au détail, à l'exactitude & à la préciſion dans la maniere de rendre les procedés, la main qui y a travaillé. Les Deſſeins des Planches qui y ont rapport & qui ſont les XIII, XIV, XV, *ſont de lui; & comme nous n'avions trouvé dans les porte-feuilles de M. de Réaumur qu'une ſeule Planche beaucoup moins détaillée ſur cet objet, les Libraires n'ont pas héſité de faire la depenſe d'une nouvelle gravure, pour donner de plus en plus au Public, lieu d'être content de l'exactitude qu'ils apportent à l'exécution de l'Ouvrage qu'ils ont entrepris.*

On avoit déja imprimé ce qui eſt dit ci-devant ſur le Moulage en terre, lorſque M. Duhamel nous a encore envoyé un article ſur ce même Moulage. Nous le donnons tel qu'il nous a été remis.

Maniere de mouler les Marmites de fonte de fer. Voyez Planches XIII, XIV, & XV.

On moule les ouvrages ou en ſable ou en terre, c'eſt-à-dire, qu'on fait les moules où l'on doit couler le métal, ſoit avec du ſable, ſoit avec de la terre : nous allons ſuivre en particulier ces deux pratiques.

De la façon de mouler en ſable.

Il faut d'abord ſe procurer un ſable fin & gras : fin, pour que la ſuperficie des ouvrages qu'on jettera en moule ſoit unie ; & comme il eſt rare de trouver du ſable fin qui ne ſoit pas mêlé de cailloux, de pierres, ou de gros grains de ſable, il faut paſſer ce ſable par un tamis de crin aſſez fin (*fig.* 3).

Il eſt évident que ſi l'on vouloit faire des moules avec un ſablon très-coulant, comme ſeroit du grès pilé, ou le ſablon blanc qu'on emploie à Paris pour écurer la vaiſſelle, le moule n'auroit aucun ſoutien ; il faut donc que le ſable ſoit un peu gras ; il faut que les grains adherent un peu les uns aux autres; il faut que, quand on le preſſe, il faſſe corps, qu'il ſe ſoutienne, & qu'il puiſſe conſerver la forme qu'on lui aura donnée. On trouve aux environs de Paris un ſable jaune qui a ces qualités, & que les Fondeurs en cuivre emploient pour faire leurs moules.

Il eſt encore à propos d'avoir du fraſil qui eſt de la pouſſiere de charbon pilé & tamiſé, ou celle qu'on trouve attachée aux murs & à la voûte du travail des grands fourneaux : on verra dans la ſuite les circonſtances où l'on en fait uſage.

On met ſur la *table à mouler* ou *table aux Mouleurs*, qui a douze à quinze pieds de longueur, large de quatre pieds, & élevée de terre d'un pied & demi, des tas de ſable tamiſé, & encore la planche à mouler, qui doit faire en quelque façon la fondation de l'Ouvrage. On voit (*fig.* 4) *a a*, l'épaiſſeur de cette planche ; *b b*, les barres qui ſont clouées deſſous ; *c c*, l'étendue de cette planche vue par deſſous ; *d d*, les barres *b b* dont on vient de parler.

Le Mouleur poſe ſur cette planche (*fig.* 4) & bien quarrément un fort chaſſis de bois, dont on voit le plan *fig.* 5 ; & l'on apperçoit que les planches *a a* ſont fortifiées dans le ſens horizontal, par des équerres de fer *b b* ; & dans le ſens vertical par des barres de bois, dont on ne voit que l'épaiſſeur en *e e e* ; enfin *d d* ſont des oreilles ou portants qui ſervent à manier le chaſſis ; *e e* ſont des couliſſes dont nous parlerons dans la ſuite.

La figure 6 repréſente l'élévation du chaſſis dont on vient de voir le plan ; on l'a repréſenté du côté d'un des portants ; *a a*, les planches qui forment le chaſſis : on voit ici qu'elles ſont aſſemblées à queue d'aronde, &

qu'elles ont une hauteur & une largeur proportionnée à la grandeur des marmites. Indépendamment de l'aſſemblage des planches à queue d'aronde, elles ſont, comme nous l'avons dit, liées par des équerres *b*, *b*, & par les barres *c*, *c*: on voit en *d* la forme des portants qui ſont fermement attachés au chaſſis par deux fortes chevilles.

La figure 7 repréſente l'élévation du même chaſſis vu du côté des couliſſes *e e* de la figure 5; *a*, *a*, les planches qui forment le chaſſis, aſſemblées à queue d'aronde; *b b*, les équerres de fer: *c c*, les barres de bois & une des couliſſes.

On voit aux *figures* 8 & 9, comment ce chaſſis eſt poſé bien quarrément ſur la planche à mouler (*fig.* 4); & on conçoit qu'il doit ſervir à retenir le ſable qui formera le moule.

Le Mouleur met dans ce chaſſis, & place bien dans le milieu le modele de la marmite. Ce modele (*fig.* 10 & 11) eſt une marmite de cuivre jaune, fondue bien réguliérement, & à laquelle on a donné l'épaiſſeur qu'on ſe propoſe de donner à celle que l'on doit fondre en fer; c'eſt ordinairement une ligne & demie.

La figure 10 repréſente donc le plan du modele ou de la marmite de cuivre fondu, vue par deſſus; *a*, *a*, les bords; *b*, le fond; *c*, *c*, ouvertures qui ſont aux endroits où doivent être les pieds de la marmite; car ce modele n'en a point; on en appercevra la raiſon dans la ſuite: *d*, *d*, échancrures faites aux endroits où doivent être les anſes; car il n'y en a pas non plus au modele.

La figure 11 repréſente le même modele de cuivre jaune poſé ſur ſon fond; *a*, *a*, les bords; *b*, le fond; *c*, un des trous pour placer les pieds; *d*, les trous pour recevoir les anſes.

Maintenant qu'on doit avoir une idée du modele, il faut s'imaginer qu'il eſt placé ſur la planche à mouler, & dans le chaſſis; le fond tourné en haut, & les bords appuyés ſur la planche, & tourné de façon que les trous *d* (*fig.* 10 & 11) où doivent être les anſes, regardent les angles du chaſſis. On en conçoit la raiſon; comme la marmite doit être ronde, & que le chaſſis eſt quarré, il reſte néceſſairement plus d'eſpace qu'il n'en faut vis-à-vis les angles pour loger les anſes, au lieu qu'il faudroit augmenter la grandeur du chaſſis, ſi l'on mettoit les anſes vis-à-vis quelques-unes de ſes faces.

La figure 8, repréſente la planche à mouler *A A*; le chaſſis *B B* poſé deſſus, & le modele en place dans ſon intérieur; *a*, *a*, les bords du modele qui poſent ſur la planche; *b*, ſon fond qui eſt en haut; *c*, *c*, les trous pour les pieds; *d*, *d*, les trous pour les anſes.

La figure 9 repréſente la même choſe vue en hauteur; *A A*, la planche à mouler; *B B*, le chaſſis, le modele eſt dans l'intérieur; *a*, *a*, les bords qui poſent immédiatement ſur la planche *A A*; *b*, le fond qui eſt tourné

en haut; les pieds *c* ne devroient pas y être, mais ſeulement les trous pour les recevoir.

Tout étant ainſi diſpoſé, le Mouleur remplit avec du ſable le vuide qui eſt entre le modele & le chaſſis; cet eſpace eſt marqué *f* dans les figures 8 & 9. On met le ſable peu-à-peu, on le comprime à meſure, & on le bat avec le *paſſe-par-tout* (*fig.* 16), juſqu'à la hanche de la marmite, marquée par la ligne *g g* (*fig.* 9). Dans les angles, on comprime le ſable avec une eſpece de pilon qu'on nomme *Batte-ronde* (*fig.* 18); la partie *A* repréſente le bout de cette batte. On continue à ajouter du ſable juſqu'au haut du corps du chaſſis, ayant l'attention de le comprimer peu-à-peu avec la *Batte-quarrée* (*fig.* 19): de cette façon la marmite ſe trouve entiérement enterrée, au moins à trois repriſes: en premier lieu juſqu'à la hanche; enſuite juſqu'au haut du fond *b*, & enfin juſqu'au bord du chaſſis.

On ſe rappellera que le modele de cuivre jaune n'a point de pieds, qu'il y a ſeulement des trous *c* pour les recevoir; ſi on laiſſoit le moule en cet état, la marmite n'auroit point de pieds: voici comme on les y ajoute.

On fouille dans le ſable aux endroits où doivent être les pieds, pour découvrir les trous *c* (*fig.* 8); l'Ouvrier prend les modeles des pieds (*fig.* 21), & il les met en place en faiſant entrer le tenon *a* (*fig.* 21) dans le trou *c* (*fig.* 8): il poſe ſur le tenon *b* (*fig.* 21) le patin *e* (*fig.* 22): les modeles du pied & du patin ſont de fer fondu.

On enſable bien ces pieds & ces patins; & on taſſe le ſable avec le manche de la batte quarrée (*fig.* 16).

Quand les pieds ont été bien enſablés, on met en place le jet: c'eſt une piece de bois en forme de coin *a b c d*; ſon épaiſſeur en *c d*, eſt marquée en *e*, & ſon épaiſſeur en *a b* ſe voit en *f*; car *e f* eſt la coupe de la piece *abcd* par la ligne *g h*; le côté *a b* eſt courbe, parce qu'il s'ajuſte à la courbure du fond *b* de la marmite (*fig.* 9).

On fouille le ſable pour mettre en place le modele du jet *a b c d*, de maniere que le côté le plus mince *a b* ſoit au milieu de la ſuperficie convexe du fond du modele de cuivre, parallélement à la face du chaſſis qui eſt tournée du côté du Mouleur: *D E* (*fig.* 9) repréſente le modele du jet mis en place ſur le fond du modele de la marmite *a c b c a*: on enſable cette piece, & on taſſe le ſable avec la *Batte-à-anſe* (*fig.* 25); le Mouleur ajoute encore du ſable plus haut que les bords du chaſſis, & il le taſſe avec la batte-ronde, & autour du jet avec le bout du manche de cette batte; puis poſant la regle (*fig.* 26) ſur les bords du chaſſis, il retranche le ſable qui excede ce chaſſis; & il emporte avec le couteau à parer (*fig.* 27) celui qui eſt auprès du jet: par cette opération, il découvre les patins des pieds qui doivent être à cette hauteur, & le deſſus du chaſſis ſe montre comme il eſt repréſenté par la figure 28; *aaa*, les patins; *bb*, le jet; *cccc*, le ſable bien taſſé.

Il est question ensuite de mettre une *hausse* sur les bords du chassis : les Mouleurs la nomment *Fausse piece du dessus* ; on la voit représentée en *G G* (*fig.* 9) ; la figure 32 représente le plan de cette hausse ou fausse piece, & la figure 33 en représente l'épaisseur ou l'élévation. Pour mettre la hausse en place, on vuide le sable qui est entré dans les trous *H H* (*fig.* 8) qui sont sur les rebords du chassis, avec une *gouge* (*fig.* 31), afin que les *gougeons* *I* de la fausse piece (*fig.* 32 & 33) puissent entrer dans les trous *H* du bord du chassis (*fig.* 9).

En faisant entrer les gougeons dans les trous, on pose la fausse piece dont nous venons de parler sur le bord du chassis, ainsi qu'on le voit en *G G* (*fig.* 9).

Le Mouleur prend ensuite un sac de crin dans lequel il y a de la poudre de charbon (*fig.* 34), & qu'on nomme pour cette raison *Sac au fraisil*, & le secouant sur le sable qui est dans le chassis, il le saupoudre de ce charbon, pour empêcher que le sable qu'il ajoutera dans la fausse piece ne se joigne à celui qui est dans le chassis ; ce sable couvert de poudre de charbon est représenté dans la figure 28.

Il met du sable sur cette couche de fraisil ; il le tasse avec le bout de la batte ronde ; & quand la fausse piece est remplie de sable bien tassé, il en bat & en racle la superficie avec la regle (*fig.* 26) pour que le sable se trouve au niveau du bord supérieur de la fausse piece. Alors il renverse à la fois sens dessus dessous le chassis & la fausse piece de dessus, de sorte que cette fausse piece repose sur la planche à mouler. Alors la marmite se trouve avoir la gueule en haut, & le fond & les pieds sont en en bas ; le plan en est représenté par la figure 35 ; & l'on en peut prendre une idée juste en renversant la figure 9, de sorte que les bords *G G* portent sur la planche à mouler.

Les Mouleurs se servent plusieurs fois du même sable, qu'ils rebattent & qu'ils passent au tamis ; mais pour remplir l'intérieur du modele de cuivre, ils commencent par mettre au fond environ l'épaisseur de deux pouces de sable neuf qui résiste mieux à la fonte qui tombe d'abord sur cette partie qui est immédiatement au-dessous du jet.

Avant de remplir entiérement le modele, le Mouleur fouille le sable pour découvrir les trous des anses *K* (*fig.* 9) ; il place les modeles du dessus & du dessous des anses (*fig.* 36 & 37), comme on le voit en élévation *A B* (*fig.* 38), & en plan (*fig.* 35) : les modeles étant mis en place, il les recouvre de sable qu'il tasse en frappant avec la batte quarrée, la batte à anse & le manche du marteau (*fig.* 39) ; il bat aussi sur les bords du modele avec la batte à anse, pour que les bords de la marmite soient bien unis dans tout leur pourtour.

Après que le sable a été ainsi bien affermi, le Mouleur retire les modeles

des anſes par le dedans du modele de cuivre, celui de deſſous le premier, en ſuivant ſa courbure, & il tire enſuite celui de deſſus tout droit : ſur le champ il met, par le dedans du modele, de petits tampons de laine dans chacun des quatre trous des anſes, pour empêcher qu'ils ne ſe rempliſſent de ſable.

Quand le moule des anſes eſt formé, on met en place la hauſſe ou la fauſſe piece de deſſous, dont le plan eſt repréſenté (*fig.* 40) ; *a*, *a*, les quatre pieces de côté; *b*, *b*, les gougeons qui doivent entrer dans les trous du bord du chaſſis; *c*, *c*, les crochets dont on dira l'uſage dans un inſtant. La figure 41 repréſente l'élévation de cette fauſſe piece de deſſous ; *d d* eſt un des côtés dont on voit l'épaiſſeur, & l'on apperçoit qu'il eſt aſſemblé à queue d'aronde avec les autres côtés ; *b*, *b*, les gougeons qui entrent dans les trous du chaſſis ; *e f*; l'épaiſſeur de deux planches verticales qui entrent dans les couliſſes *e e* de la figure 5, ou *d d* de la figure 7.

La figure 42 repréſente la même choſe ; *d d* eſt un des côtés de la fauſſe piece ; *e f*, la piece qui entre à couliſſe ; *g*, crochet qui ſert à joindre, par le moyen de la piece à couliſſe, la fauſſe piece de deſſous avec la fauſſe piece de deſſus.

La figure 43 repréſente toutes les pieces raſſemblées ; *a a* la planche à mouler ; *b*, *b*, les barres qui ſont clouées deſſous ; *d d*, la fauſſe piece de deſſous ; *c c*, la fauſſe piece de deſſus ; *e f*, la piece à couliſſe ; *g*, le crochet qui la joint à la fauſſe piece de deſſus ; *h h*, le chaſſis garni de ſes barres & de ſes équerres ; *i*, *i*, les portants.

Le chaſſis compoſé de trois pieces étant monté, comme nous venons de l'expliquer ; le Mouleur ſaupoudre une ſeconde fois avec du fraiſil ; puis il remplit de ſable toute la concavité de la marmite de cuivre, & il foule le ſable avec la batte ronde tout autour & en dedans : il remet du ſable juſqu'à la hauteur de la fauſſe piece de deſſous, & le comprime encore avec la batte ronde : il ajoute du ſable beaucoup plus haut que les bords de la fauſſe piece ; il le comprime avec les mains ; puis il bat encore avec la batte ronde ; il frappe en tout ſens avec le côté de cette même batte ; il racle avec la regle le ſable qui excede la fauſſe piece ; enfin il fait avec la main huit petits tas de ſable épais d'un pouce, aux angles, & au milieu des faces de la fauſſe piece.

Tout étant ainſi diſpoſé, il retourne le chaſſis & les fauſſes pieces ſens deſſus deſſous ſur la planche à mouler, pour poſer la fauſſe piece de deſſous, comme on le voit *figure* 43, où la fauſſe piece du deſſous *d d*, eſt immédiatement poſée ſur la planche à mouler *a a*; on voit ſur la face de la fauſſe piece *c c* (*fig.* 43) le jet *b b* (*fig.* 28).

Le Mouleur taſſe encore le ſable tout autour du jet avec la batte ronde ;

il tape auſſi en tout ſens avec la regle; & enſuite il racle pour emporter le ſable qui excede la fauſſe piece *c c* (*fig.* 43) avec le couteau à parer (*fig.* 27). Il découvre le jet; il tranche les arrêtes de ſable tout autour du jet, & forme un chanfrein pour faciliter le paſſage de la fonte; enſuite il retire le modele du jet qui eſt repréſenté *figure* 23.

Il s'agit maintenant de démonter les différentes pieces du moule pour retirer le modele de cuivre qui occupe la place où doit couler le métal.

Et pour cela; 1°, le Fondeur ouvre les crochets *g* (*fig.* 43), puis il enleve la fauſſe piece *c c* & le ſable qu'elle contient; il ſouffle dans la cavité du jet pour la nettoyer, & il met cette piece ſur la table à côté de lui.

Nota, Que le ſable contenu dans cette piece ſe ſépare de celui qui eſt dans le chaſſis, à cauſe du fraiſil dont il a ſaupoudré le ſable du chaſſis.

2°, Quand la fauſſe piece *c c* (*fig.* 43) eſt ôtée, on apperçoit la ſuperficie du ſable qui remplit le chaſſis, comme elle eſt repréſentée *figure* 28, excepté qu'on ne voit que le vuide du jet *b*, *b*; & alors on apperçoit les patins *a a* des pieds.

Le Mouleur frappe avec le marteau (*fig.* 29) ſur les côtés du chaſſis, & avec le bout du manche ſur les patins *a*, *a*, *a*; puis, à l'aide d'un garçon, tous deux ſoulevent doucement le chaſſis, en le prenant par les portants *i*, *i* (*fig.* 43 & *fig.* 8), étant conduits par les couliſſes *e*, *f*, (*fig.* 43).

Le chaſſis & le ſable qu'il contient, ſe ſéparent du ſable qui eſt dans le fauſſe piece de deſſous, à cauſe du fraiſil dont il a été ſaupoudré. Le modele de cuivre fondu s'enleve avec le ſable du chaſſis, & le noyau de la marmite reſte ſur la fauſſe piece de deſſous, comme on le voit *figure* 45.

Le Fondeur poſe le chaſſis ſur la table, & l'appuie ſur un de ſes côtés, de maniere que l'on voit le dedans du modele de cuivre, ou la chape du moule, comme il eſt repréſenté figure 35, excepté que les moules des anſes n'y ſont plus.

Enſuite le Mouleur répare toutes les défectuoſités, principalement à la place des pieds, avec le couteau à parer; & en ajoutant du ſable, il frotte & racle proprement le dedans du moule avec la batte à parer (*fig.* 46); après quoi avec le couteau (*fig.* 27) & la cuiller (*fig.* 47) qu'il frotte auparavant contre ſes cheveux, & qu'il paſſe ſous ſon bonnet, il répare de tous côtés le noyau (*fig.* 45), en bouchant les petites cavités avec du ſable.

Après qu'il a fini le noyau, il paſſe à la chape qui eſt reſtée dans le chaſſis: d'abord il ôte les tampons de laine qu'il avoit mis dans les trous des anſes; & pour cela il ſe ſert d'un petit crochet de fil de laiton que l'on nomme *Tire-laine* (*fig.* 48): il nettoie l'intérieur de la chape avec le houſſoir (*fig.* 49); puis il frappe doucement en dedans avec la batte-ronde; & avec ménagement & précaution, il fait ſortir le modele de cuivre qu'on voit figure 38, excepté que les modeles des anſes n'y ſont pas, & qu'il

n'y a que les trous par lesquels on les a retirés après les avoir mis en place. Il faut que ce modele soit un peu plus large par la gueule que par le fond, pour que la dépouille soit plus facile, & qu'on puisse le retirer plus aisément.

Jusqu'à présent le modele des pieds est resté en place, noyé dans le sable : on ne pouvoit pas les retirer de dedans en dehors, parce que le côté qui doit tenir à la marmite est le plus gras : pour retirer ces pieds, on frappe avec le marteau sur le bout le plus menu, c'est-à-dire, sur celui qui est marqué *a a* dans la figure 28 ; & en renversant le chassis, les trois pieds qui traversent le dedans de la chape tombent d'eux-mêmes.

Après avoir réparé les défectuosités, s'il y en a encore, le Mouleur, à l'aide d'un compagnon, repose doucement le chassis où est la chape, sur la fausse piece de dessous où est le noyau, étant conduit par les coulisses *e*, *f* (*fig.* 41, 42 & 43). Il met aussi en place la fausse piece de dessus *c c* (*fig.* 43) ; & au moyen des crochets, les trois pieces du chassis se trouvent montées, comme on le voit dans la figure 43. Pour empêcher qu'il ne tombe rien dans l'intérieur du moule, il couvre le passage du jet avec une planche (*fig* 50) qu'on nomme *le Bardeau*.

Voilà un moule fini : il ne s'agit plus que de le remplir de métal ; mais on ne coule que quand il y a dix à douze moules préparés : alors le Fondeur, qui est souvent le même Ouvrier, se garnit le bras & la main droite d'une manche de grosse toile (*fig.* 51) qu'on nomme *Manche à couler* ; elle garantit le bras de l'Ouvrier de la grande chaleur où il sera exposé. Ensuite il puise du métal fondu, avec une cuiller de fer garnie de lest (*fig.* 52). A l'entrée de l'ouvrage du grand fourneau est un compagnon, qui, avec un morceau de bois, ôte une partie des crasses de dessus le métal ; le Fondeur verse le métal par le jet, pendant qu'un Compagnon retient au bord de la cuiller avec un bâton l'écume de la fonte, & l'empêche de passer dans le moule, lorsqu'on apperçoit le métal dans le jet, la marmite est coulée.

Quand la marmite est entiérement refroidie, on démonte les trois pieces du chassis ; on brise le sable avec un instrument de bois (*fig.* 54) qu'on nomme le *Secoueux* ; on tire la marmite du moule, & on rompt le jet, qu'on recherche avec le marteau & une grosse rape de fer fondu (*fig.* 53).

Pour fondre ces rapes, on emploie un modele de bois semblable à la figure 53. Comme le sable doit servir plusieurs fois ; quand on l'a brisé avec le secoueux, on le remue plusieurs fois avec la pelle (*fig.* 55).

Les fontes de fer sont toutes des aciers très-susceptibles de prendre la trempe ; ainsi il est important, pour diminuer l'aigreur de cette matiere, de ralentir, le plus qu'il est possible, son refroidissement ; ainsi, il seroit à desirer qu'on pût retirer des moules les marmites toutes rouges, & les

les mettre recuire dans des fours très-chauds ; mais comme la fonte de fer eſt très-fragile, lorſqu'elle eſt chaude, il ſeroit important d'imaginer des moyens de réuſſir dans cette opération.

Un Mouleur habile fait ordinairement deux douzaines de marmites dans un jour avec l'aide de quelques Compagnons pour préparer le ſable, fournir la fonte, & conduire le grand fourneau : les Mouleurs ſont payées à raiſon de 15 ou 16 ſols du cent peſant.

Les différents moules ſont numérotés depuis $\frac{1}{2}$ & 1 juſqu'à 10, & les marmites peſent autant de livres : la onzieme paſſe pour douze ; la douzieme pour quatorze ; la treizieme pour ſeize ; la quatorzieme pour dix-huit ; la quinzieme pour vingt ; la ſeizieme pour vingt-deux ; la dix-huitieme pour trente ; la vingtieme pour quarante, & la vingt-quatrieme pour cinquante.

Le chaſſis qui nous a ſervi d'exemple, eſt celui de la marmite numérotée 10 : ainſi cette marmite doit peſer dix livres.

On coule en ſable de la même façon des chaudieres ; & parce qu'elles n'ont point de pieds, on n'emploie que deux chaſſis. Comme nous avons détaillé les procédés de la fonte des marmites qui ont des pieds & des anſes, il ſera aiſé de concevoir les cas où il faudra employer deux ou trois chaſſis, ſuivant qu'on aura à fondre, ſoit des poëles à cloche d'antichambre, ou pluſieurs autres pieces, à la maniere d'Allemagne, ſoit des braſiers ou des fourneaux de cuiſine : nous remarquerons ſeulement que, quand il doit y avoir une anſe, comme aux cloches des poëles, ou un trou, comme au corps de ces poëles, il faut mettre le jet ſur un des côtés, & non dans le milieu.

On fait des chaudieres de 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 30, 40, 50, 70, & 100 livres peſant. On coule auſſi des marmites & autres ouvrages en moule de terre qui ne ſervent qu'une fois : nous allons en parler.

Additions ſur le Moulage en terre, par M. Duhamel.

Mémoires pour servir a l'Art de Fondre en Terre.

La fonte en ſable eſt bien plus expéditive que la fonte en terre ; c'eſt en cela que conſiſte ſon principal avantage. Les avantages de la fonte en terre conſiſtent en ce que ; 1°, on peut fondre des ouvrages qui par leur forme ne ſont point de dépenſe : telle eſt la forme des marmites qui ſont repréſentées dans les Planches X & XI.

2°, Quand on a ſoin de choiſir une terre bien fine, les pieces viennent plus propres & moins raboteuſes que quand on emploie le ſable, quelque fin qu'il puiſſe être.

3°, Les ouvrages fondus en terre ſont moins aigres que ceux qui ſont

fondus en ſable ; ce qui peut venir de ce que la fonte qui tient beaucoup de l'acier, ſe trempe & devient fort aigre quand elle eſt refroidie trop ſubitement. Or il n'eſt pas poſſible de chauffer les moules en ſable, comme on eſt forcé de chauffer les moules en terre, ce qui occaſionne le prompt refroidiſſement ; d'ailleurs & par cette même raiſon, il reſte plus d'humidité dans le ſable que dans la terre, ce qui occaſionne des bouillons.

Il ſuit déja de ce que nous venons de dire, que toutes les terres ne ſont pas également bonnes pour faire les moules. Les terres trop chargées de ſable n'auroient point aſſez de conſiſtance pour conſerver la forme qu'on doit donner au moule. Comme les terres trop graſſes & trop approchantes de la nature de la glaiſe, ſe fendent en ſe ſéchant, & diminuent trop de volume, il faut, pour ſe procurer une bonne terre à mouler, joindre la terre graſſe avec le ſable ; &, ſuivant que la terre eſt plus ou moins graſſe, où que le ſable eſt plus ou moins fin, & plus ou moins pur, il faut varier ces mélanges. C'eſt un avantage bien heureux pour un Fondeur quand il peut trouver ſous ſa main des terres bien compoſées par la nature même; ſans quoi il ne pourroit parvenir à ſe procurer un mélange parfait, qu'en faiſant beaucoup d'eſſais. Pour empêcher la terre de ſe fendre, on pourroit augmenter la doſe du ſable ; mais comme alors elle ſeroit moins ductile, on préfére d'y mêler ſoit de la cendre, ſoit de la fiente de bœuf ou de cheval deſſéchée, ſoit de la bourre ou des étoupes coupées menues, ou encore les balles qu'on retire des fleurs du roſeau. On croit auſſi pouvoir donner plus de ſolidité aux moules, en y mêlant un peu de limaille de fer ou de mâche-fer pulvériſé. Enfin le ſable doit être fin ; la terre graſſe ne doit être alliée d'aucun corps étranger, tels que des marcaſſites ; & il faut que le mélange que l'on fait avec la terre naturelle que l'on emploie, puiſſent ſoutenir le feu ſans ſe fondre ni ſe fendre.

Quelque bonne que ſoit la terre, il faut la rendre ductile, en la pétriſſant & la corroyant, comme le font tous les Potiers de terre, ce qui ſe fait en la battant peu-à-peu ſur un gros billot de bois, avec un gros barreau de fer ; & quand cette terre a pris une certaine ductilité, on la ramaſſe peu-à-peu avec la paume de la main qu'on fait gliſſer deſſus, afin de la bien corroyer, & pour en ôter les corps étrangers ; ou, comme on le pratique en pluſieurs endroits, on la corroie avec les pieds, dans ce qu'on nomme le *Marchoir* que nous allons décrire.

Le marchoir eſt une eſpece de parc (*Pl. X fig.* 1) formé dans une cour, avec de fortes planches, retenu par des piquets : ſes bords perpendiculaires *b* ont environ deux pieds de hauteur, le fond en eſt planchéié.

On jette la terre dans ce marchoir; on l'arroſe avec une ſuffiſante quantité d'eau qu'on fait chauffer en hiver dans la chaudiere *f* (*fig.* 1). Un Ouvrier, jambes nues, corroie cette terre avec ſes pieds ; d'abord, pour que l'eau la

pénetre, il la marche, comme le repréſente l'Ouvrier de la figure 1re; & quand elle a été réduite en une eſpece de boue épaiſſe, le même Ouvrier acheve de la corroyer en ſe ſoutenant ſur un de ſes pieds, & en prenant peu-à-peu avec l'autre, la terre par parties, pour la ranger à un des bouts du marchoir. Cette opération qui exige de l'habitude & de la force, réduit entiérement la terre en une pâte uniforme; c'eſt alors que l'Ouvrier mêle avec la terre graſſe qu'il a corroyée, les ſubſtances qui doivent la rendre propre à former les moules, telles que du crotin de cheval, de bonne étoupe, du ſable fin, &c. Il répand ces ſubſtances peu-à-peu ſur ſa terre, & il continue à la piétiner & à la corroyer juſqu'à ce que le tout paroiſſe faire un corps homogene; il finit par en faire des mottes *a* qu'on porte enſuite aux Mouleurs.

Avant de parler de la façon de faire les moules, il eſt bon d'obſerver qu'ils ſont formés de deux pieces principales; ſavoir, le noyau & la chape. Le noyau doit avoir la forme de l'intérieur de la piece qu'on doit mouler: dans le cas préſent, ce ſera la marmite *L* du bas de la Planche X. Cette partie devant former un creux, eſt un moule en relief. La chape au contraire doit faire un moule en creux, parce qu'elle doit former la partie extérieur de la même marmite *L*; ainſi il faut ménager entre le noyau & la chape, un vuide pour recevoir le métal. Voici en gros comme on forme ces différentes parties.

1°, On fait le noyau; 2°, on le recouvre d'une couche de terre qui doit avoir la même épaiſſeur qu'on veut donner au métal; 3°, on recouvre cette couche par la chape; 4°, on ôte la chape; 5°, on ôte la terre qui tient la place du métal; 6°, on remet la chape ſur le noyau, de ſorte qu'il reſte entre l'un & l'autre l'eſpace qui eſt deſtiné pour le métal. Voilà en général toute l'opération du Mouleur; maintenant je vais entrer dans les détails.

Les noyaux ſe font ſur un tour. La piece principale de ce tour eſt un arbre de bois *EFGHI* (*Pl. X*): le corps *EF* de cet arbre eſt à pans, & plus gros par le bout *F* que par l'autre bout *E*, afin qu'on puiſſe le retirer plus aiſément: cette partie *EF* eſt un peu plus longue que le noyau. Au gros bout eſt un colet *H*; & aux deux extrêmités, des tourillons *I*, *G* qui ſeront reçus dans des collets; enfin le tourillon qui répond au gros bout, eſt de forme quarrée pour recevoir une manivelle.

L'uſage de cet arbre eſt de tourner le noyau *P* (*Pl. X*), ce qu'on pourroit exécuter en chargeant l'arbre de terre, & en le montant ſur un pied de charpente (*fig.* 2); car en le faiſant tourner au moyen de la manivelle *l* (*fig.* 2), & en préſentant à la terre le calibre *k* (*fig.* 2) qui eſt le même que *O* ou *M*, la terre prendroit peu-à-peu la figure que doit avoir le noyau. Mais comme il ſeroit bien long de faire toute la maſſe du noyau en terre, & que peut-être même il ſeroit bien difficile de faire tenir

ſur l'arbre une auſſi groſſe maſſe de terre qui ſe fendroit en ſe ſéchant, on commence par former une grande partie de la maſſe du noyau avec des cordons de paille en cadenettes ou cordelées, comme on le voit en *N* (*Pl. X*).

On cadenette la paille comme pour en faire des paillaſſons, ou on la tord de la maniere ſuiavnte : Un Ouvrier fait tourner la manivelle *A B*, & un autre qui tient ſous ſon bras une botte de paille longue & mouillée, en fournit pour faire cette corde marquée *D*.

Le Mouleur qui veut faire un noyau, place horizontalement un arbre ſur un établi *h* (*fig.* 2), formé de quatre pieds, & de deux traveſes *i* qui ſont aſſemblées par un bout dans la piece *m* qui lui ſert de table, ſur laquelle il met ſa terre, & de l'autre dans une piece parallele qui eſt du côté de l'Ouvrier. Cet établi eſt repréſenté vu de différents côtés au bas de la Planche XI, figures 4, 5 & 6.

L'arbre étant mis en place ſur l'établi, comme on le voit (*Pl. X*, *fig.* 2), le Mouleur aſſujettit ſur le devant de l'établi & devant lui le calibre qui eſt fait d'une planche mince taillée en creux, ſuivant le profil du moule en relief; ce calibre ſert à conduire l'Ouvrier pour donner au noyau de paille, à peu-près la forme que doit avoir le noyau de terre.

On conçoit que, pour former ce noyau de paille, il doit attacher à l'arbre un bout de la cadenette ou de la corde de paille qu'il emploie, & qu'en tournant la manivelle *l* que l'on appelle en quelques endroits *Chignotte*, il forme un peloton auquel il donne la figure convenable au noyau, en mettant plus de révolutions aux endroits où le noyau doit être plus gros, ainſi que le guide le calibre qu'il a ſous les yeux.

L'intérieur du noyau étant fait avec les cordons de paille, comme on le voit en *N* (*Pl. X*), le Mouleur commence à couvrir cette paille avec de la terre préparée, & il n'en met que ce qu'il en faut pour remplir les inégalités que forment les cordons de paille, de ſorte que le noyau paroiſſe auſſi uni que s'il étoit entiérement formé de terre. On voit (*fig.* 2) l'Ouvrier qui applique la terre avec la main droite, & qui, de la gauche, fait tourner la manivelle. Nous obſerverons ſeulement qu'il tourne toujours cette manivelle en la rappellant à lui, afin que la terre qu'il met en plus grande quantité qu'il n'eſt néceſſaire, ſoit emportée par le calibre. Comme le Mouleur a placé le premier calibre fort près des révolutions de paille, il en réſulte qu'il ne peut pas s'attacher une trop groſſe épaiſſeur de terre autour du noyau, parce que le calibre emporte ce qu'il y a de trop : il eſt important de ne pas mettre à la fois une trop grande épaiſſeur de terre, afin que la terre qui eſt molle, ne ſe détache pas de la paille; & c'eſt pour éviter cet inconvénient qu'on fait ſécher la premiere couche avant de mettre la ſeconde, & que l'on fait enſuite ſécher la ſeconde couche avant de la couvrir, puis la troiſieme, &c. On

On ôte donc les noyaux chargés d'une couche de terre de deſſus l'établi ; & ſi c'eſt en été, on les expoſe au ſoleil pour les faire ſécher ; mais en hiver on les place (*Pl. X, fig.* 7) ſur une grande auge conſtruite de briques, au fond de laquelle ſont des charbons allumés ; & de temps en temps on retourne les noyaux dont les axes portent ſur des planches attachées en long ſur les murs de cette auge que l'on appelle la *Rôtiſſerie.*

Quand la premiere couche eſt ſeche, on reporte le noyau ſur l'établi, auquel le Mouleur a ajuſté un autre calibre échancré plus profondément que le premier, & qui permet de charger le noyau d'un plus grande épaiſſeur de terre. A l'égard des marmites, ce ſecond calibre ſuffira pour finir le noyau ; mais pour des ouvrages qui exigent plus de préciſion, on en emploie un plus grand nombre ; & les Mouleurs qui veulent faire de beaux ouvrages appliquent ces couches de terre minces, & en plus grand nombre.

Le mouleur plaque donc une nouvelle couche de terre avec la main droite ; il tourne continuellement le noyau avec ſa main gauche, & il continue ainſi juſqu'à ce que le calibre ſoit plein & qu'il porte dans tous ſes points. Alors, on remet à la rôtiſſerie le noyau qui eſt fini, & qui repréſente exactement l'intérieur de la marmite. Quand il eſt ſec, on le couvre avec un pinceau d'une couche mince de craie fine, qu'on nomme *de la potée* ; d'autres emploient de la cendre paſſée au tamis fin : l'uſage de cette couche eſt d'empêcher que la terre que l'on mettra ſur le noyau, pour ménager l'epaiſſeur du métal, ne s'attache à celle du noyau ; car on ſait qu'il faudra ôter cette terre avant de couler le métal.

Lorſque la couche de craie eſt ſeche, ce qui ne tarde pas, on remet le noyau ſur l'établi, auquel on ajuſte un troiſieme calibre qui repréſente exactement la forme extérieure de la marmite, & qui doit être aſſez près du noyau pour n'y laiſſer que l'épaiſſeur que doit avoir le métal. On applique donc cette derniere couche, comme on a fait les précédentes, en faiſant continuellement tourner la manivelle. On la fait ſécher à la rôtiſſerie, puis on la recouvre, avec le pinceau, d'une couche de craie ou de potée, afin que la couche appliquée en dernier lieu ne contracte aucune adhérence avec la chape qu'on doit mettre par deſſus. Il y a des Fonderies où l'on fait cette couche avec une terre maigre, qui ſe rompt très-aiſément quand on veut la détacher.

Quand le blanc eſt ſec, on reporte le noyau à l'établi pour former la chape, ce qu'on exécute en appliquant ſur le ſecond blanc une couche de terre d'environ neuf lignes d'épaiſſeur; & l'on reporte ce noyau à la rôtiſſerie pour le faire ſécher ; enſuite on le remet à l'établi pour le charger d'une couche de terre pareille aux précédentes, & de l'épaiſſeur convenable. Pour les marmites qui nous ſervent d'exemple, cette couche eſt la

derniere; mais quand on fait de plus gros ouvrages, il faut y revenir un plus grand nombre de fois; quelques-uns même fortifient la chape par des bandes de terre qu'on voit au moule *f* (*Pl. X*).

Je remarquerai ici qu'on applique toutes les couches de la chape avec des calibres, afin que l'épaiſſeur de la terre ſoit égale par-tout; mais la forme réguliere du calibre n'eſt maintenant d'aucune importance, puiſquelle n'influe point ſur celle de la piece qu'on ſe propoſe de couler. Enfin on fait ſécher à la rôtiſſerie cette derniere couche pour que le moule ſoit parfait, il ne lui manque plus que des pieds & des anſes.

Il faudra que les deux anſes ſoient diamétralement oppoſées l'un à l'autre; ainſi, pour marquer leur place ſur l'extérieur du moule, les Ouvriers ſe ſervent d'une ficelle qui a pour longueur la demi-circonférence du moule, priſe à l'endroit où doivent être placées les anſes; & aux deux bouts de cette ficelle qui doit indiquer la place du haut de l'anſe, ils font une marque avec le droigt; puis avec la corde qui doit marquer l'endroit où doit être placé le bas de l'anſe, ils font d'autres marques; par cette méthode la place des anſes eſt déſignée avec une préciſion ſuffiſante.

Les anſes *X*, *X* ſont formées par deux cylindres qui ſe réuniſſent l'un à l'autre par un de leurs bouts, & qui forment un onglet: la réunion de ces deux cylindres fait un angle aigu: leurs bouts qui ne ſont point joints l'un à l'autre, ſont taillées en bec de flûte, ou plutôt d'une forme propre à s'ajuſter à la partie de la marmite où elles doivent répondre: le modele de ces anſes eſt formé par deux pieces de bois *Z*, *a* qui ſont aſſemblées en onglet, & à tenon & mortaiſes par un de leurs bouts, comme on le voit en *Y*.

On applique de la terre ſur le modele de bois, & l'on retire l'un après l'autre, les pieces de bois *a*, *Z*, ou *c d*, du tuyau de terre *b*, que l'on fait ſécher au feu. Quand il a pris conſiſtance, le moule étant mis ſur la table, on perce la chape juſqu'à la rencontre de la couche de terre qui doit former l'épaiſſeur du métal, & on met en place les tuyaux de terre *X*, *X* qui doivent former les anſes; on a encore ſoin, pour les mieux aſſujettir, de les fortifier avec un peu de terre.

On ſe rappellera qu'il eſt indiſpenſable de retirer la couche de terre qui fixe l'épaiſſeur du métal: pour cet effet, il faudra dans la ſuite couper en deux la chape; le Mouleur marque où doit être faite cette ſéparation qui eſt toujours préciſément entre les deux anſes *S*, *S* (*Pl. X*).

On fait encore ſécher les moules; & on les arrange pour cet effet autour d'un feu de charbon (*Pl. X*, *fig. 6*). Quand ils ſont bien ſecs, on retire l'arbre & les cordons de paille qui faiſoient l'intérieur du moule: l'un & l'autre s'enflammeroient par la chaleur du métal en fuſion; la terre du noyau doit avoir aſſez d'épaiſſeur pour ſe ſoutenir indépendamment de la paille.

Après avoir détaché toute la terre qui s'étoit attachée à l'arbre, on le fait ſortir aiſément, parce qu'il eſt conſidérablement plus gros par un bout que par l'autre ; un coup de maillet frappé ſur le petit bout, ſuffit pour le faire ſortir. On tire enſuite (*Pl. X*, *fig.* 4, *& g h du bas de la Planche*) le cordon de paille qu'on fait ſortir par le trou où étoit formé le gros bout de l'arbre, & qui répond à l'ouverture de la marmite. Ce cordon eſt mis a part pour ſervir dans le beſoin.

Quand le noyau a été ainſi vuidé, on le répare en dedans avec de la terre qui le fortifie : on poſe ſur le rôtiſſoir des traverſes ſur leſquelles on met les marmites debout, l'ouverture la plus évaſée en en bas, parce que l'intention eſt de ſécher plus parfaitement l'intérieur du moule (*Pl. X*, *fig.* 9).

Il reſte à ajuſter les pieds à ce moule qu'on ſuppoſe ſec. On commence par marquer ſur le moule les trois points où il doivent être placés *T*, *T*, *T* (*Pl. X*). Ces pieds ſont formés de deux parties : l'une conique en forme la tige cannelée ; elle ſe moule comme les anſes ſur le modele *P* (*Pl. X*) ; l'autre qui fait la patte, ſe forme en imprimant la forme de cette patte ſur un moule de terre *Y* (*Pl. X*) qu'on ajoute au gros bout du tuyau *q* ; puis ayanpercé la chape du moule juſqu'à la couche de terre qui doit faire l'épaiſſeur du métal, on met les pieds en place, comme on a fait pour les anſes. Quand les pieds ont été attachés au moule, on les reporte auprès du feu (*Pl. X*, *fig.* 6).

Lorſque le moule eſt bien ſec, il faut ôter la couche de terre qui occupe la place deſtinée au métal. Pour enlever cette couche, on coupe en deux la chape par la ligne *V V* que nous avons dit plus haut que le Mouleur avoit tracée ſur l'extérieur. On coupe cette chape avec le couteau *e* (*Pl. X*), comme on le voit en 2 & 3 (*même Planche*). On enleve ces deux parties qui ſe détachent aiſément, parce que le blanc ou la potée ont empêché la terre de la chape de s'attacher à la couche de terre ſur laquelle on l'a appliquée : il faut bien prendre garde d'endommager ces deux pieces ; car il faudra les remettre en place ; après quoi on rompt & l'on enleve la couche de terre qu'on avoit interpoſée entre le noyau & la chape.

Nous avons dit que les Mouleurs perçoient la chape pour appliquer les anſes & les pieds ; néanmoins la plupart les poſent ſur la chape qu'ils ne percent que par le dedans ; & quand elle eſt ſéparée en deux, ils poliſſent ces ouvertures avec un couteau & un tampon d'étoupes mouillées.

On voit aux pieces *m* & *n*, qu'il reſte à la chape une ouverture par où paſſoit l'arbre, & qu'il y en a une autre au noyau, n° 3. Après avoir bouché le trou du noyau avec de la terre qu'on unit avec une palette, on le met ſécher pour la derniere fois : ce trou eſt fermé au noyau *x u*. On ferme de même l'ouverture de la chape : & quand les terres qui ont été

nouvellement appliquées, ſont bien ſeches, on donne une impreſſion avec un pinceau tant à l'extérieur du noyau qu'à l'intérieur de la chape, pour que le métal adhere moins à la terre. Quand on veut que l'ouvrage vienne plus parfait, on met ſur le noyau & dans la chape pluſieurs couche d'une terre très-fine que l'on unit encore avec un morceau de feutre frotté de vieux oing.

Il faut maintenant raſſembler ſur le noyau les deux moitiés de la chape; mais de façon qu'il reſte entre l'un & l'autre un vuide égal à l'épaiſſeur qu'avoit la couche de la terre qui a été détachée. Si la chape touchoit le noyau de quelque côté que ce fût, la marmite ſeroit percée en cet endroit : ſi, ſans la toucher, elle en approchoit plus d'un côté que de l'autre, l'épaiſſeur du métal ne ſeroit pas égale par-tout. Il faut donc abſolument qu'il reſte entre la chape & le noyau un vuide égal dans tout le pourtour, c'eſt-à-dire, qu'il faut que le noyau ſoit iſolé dans la chape, comme s'il y étoit ſuſpendu. Ce problême dont il ne ſeroit pas aiſé d'imaginer la ſolution, eſt très-ingénieuſement réſolu par les Fondeurs, & d'une façon d'autant plus admirable qu'elle eſt ſimple.

Ils ſe ſervent de petites balles de métal fondu, qui ont préciſément l'épaiſſeur que doit avoir la marmite. Ils les placent ſur le noyau à différents points, comme on le peut voir en *u* (*Pl. X*). Ces petites pieces de métal fixent la diſtance qui doit ſe trouver entre la chape & le noyau; & comme elles font corps avec le métal qui doit être coulé, elles font partie de la marmite. Le travail que nous venons de décrire, s'exécute ſur la table (*Pl. X*) *fig.* 5).

L'épaiſſeur du métal étant fixée par ces petites pieces de fonte, on ajuſte ſur le noyau les deux moitiés de la chape, & l'on recouvre les jointures avec un peu de terre : il ne reſte plus, pour que le moule ſoit fini, qu'à ajuſter les jets 4,4 (*Pl. X*) qui conſiſtent en deux tuyaux de terre qui ſe réuniſſent en un ſeul, à l'endroit où ils s'inſerent dans la chape.

C'eſt alors que les moules ſont finis; mais comme il eſt important qu'ils ſoient parfaitement ſecs, on les porte ſous un hangard où on les couvre de charbons ardents; & on les y tient aſſez long-temps pour que la chaleur puiſſe pénétrer juſqu'au centre.

Quoique le recuit ait donné de la fermeté à la terre, le moule pourroit bien ne ſe trouver pas aſſez ſolide pour réſiſter au métal. Pour lui faire acquérir la ſolidité ſuffiſante, on enterre les moules dans du ſable qui eſt ordinairement devant l'ouvrage, & dans lequel on coule les gueuſes. Pour cet effet on fait dans ce ſable un trou *k* (*Pl. XI*, *fig.* 5); on y deſcend le moule, puis on le comble de ſable que l'on foule avec les pieds, ou avec la dame, de ſorte qu'il n'y a que les jets *i*, *i*, *i*, (*Pl. XI*, *fig.* 5) qui excedent la ſurface du terrein. Il ne faut pas oublier de remarquer que, pendant cette opération, on bouche avec des étoupes l'ouverture de ces jets,

jets, afin qu'il ne puiſſe tomber de ſable entre la chape & le noyau.

Des Ouvriers ayant le bras garni d'une manche de groſſe toile, puiſent du fer fondu dans l'ouvrage (*Voy. Pl. XI, fig.* 2) avec des cuillers; & après avoir débouché les jets, ils verſent le métal fondu, comme on le voit *figure* 3. Je dois ſeulement faire remarquer; 1°, qu'il faut verſer continuellement & ſans interruption du métal; ainſi il faut que quelques-uns des Ouvriers ſoient ſans ceſſe occupés à puiſer pendant que d'autres verſent : c'eſt pour cela qu'on établit deux jets, parce que, quand un Ouvrier a preſque vuidé ſa cuiller, un autre commence à verſer la ſienne; 2°, Que pour les grandes pieces de fonte, il faut y employer au moins quatre Ouvriers; afin qu'il y en ait toujours deux à la fois occupés à verſer; 3°, Je crois qu'il faut de temps en temps écumer le laitier qui nage ſur le métal, avec un morceau de fer ou avec un bâton.

Il eſt bon de laiſſer le métal ſe refroidir lentement dans les moules, pour que la fonte en ſoit plus douce. Lorſqu'on juge qu'elle eſt entiérement refroidie, on retire les moules du ſable; enſuite on rompt avec un pic *S* la chape & le noyau (*Pl. XI, fig.* 5); enfin on décraſſe & on ébarbe ces marmites de la même maniere que celles qui ont été fondues en ſable, avec une groſſe lime *R* de fer fondu (*Pl. XI, fig. 6 & 7*).

Remarques.

On ne fait gueres d'ouvrages de Fonderie que dans les forges où le fer eſt aigre : les Maîtres de forges trouvent plus de profit à convertir en barres les fers doux. Néanmoins les ouvrages de fonte ſeroient bien meilleurs ſi l'on y employoit la fonte de la meilleure qualité. Comme on charge de beaucoup de charbon les fourneaux qu'on deſtine pour couler, & qu'on y met peu de caſtine, la fonte en devient plus coulante & plus blanche; mais auſſi je crois qu'elle eſt plus ſulfureuſe & plus aigre.

Je crois qu'on coule les contre-cœurs de cheminée ſur une ſurface de ſable dans laquelle on imprime les ornements ſculptés ſur un modele de bois. Comme les boulets de canons doivent être ſphériques & pleins de matieres, on les fond dans des moules en coquilles faits avec de la fonte ou du cuivre.

Je crois que les bombes ſe font par les procédés que nous venons d'expoſer; excepté qu'on fait le noyau avec une terre fort maigre, pour qu'on puiſſe la retirer plus aiſément.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE I.

LES *Figures* 1 & 2 ſont deux coupes verticales d'un fourneau. La coupe de la premiere paſſe par le milieu du côté de la dame, & par le milieu du côté du pied de ruſtine. La coupe de la ſeconde paſſe par le milieu du côté de la thuyere, & par le milieu du côté du contre-vent.

A A, *B B*, *figures* 1 & 2, Hauteur du fourneau au-deſſus du raiz de chauſſée.

B B C C, La partie du fourneau qui eſt au-deſſous du raiz de chauſſée.

D D marque la hauteur où finit la groſſe maſſe, & où commencent les batailles & la petite maſſe.

D A A D, Un des murs appellés les *Batailles.*

E ,Le gueulard ou l'ouverture ſupérieure du fourneau.

G, *G*, Coupes de la petite maſſe.

F, *F*, Coupes de la plate-forme qui eſt au-deſſus du fourneau & ſur laquelle les Ouvriers marchent.

H, Mur qui ſoutient l'appentis ſous lequel couchent les Chargeurs dans quelques fourneaux.

H, L'endroit où commence l'étalage ; l'eſpace *I I E* eſt quelquefois appellé *la Charge*, plus ordinairement les *parois.*

K K , Fin de l'étalage & commencement de l'ouvrage.

I K 2, *I K* 1, ſont des coupes de l'étalage, où l'on voit qu'il eſt fait de ſable.

L, Le fond de l'ouvrage.

M figure 1re. L'endroit par où l'on fait ſortir la fonte.

N, La dame.

O, Ringard qu'un Ouvrier fait entrer au-deſſus de la dame pour ouvrir un paſſage au laitier. Immédiatement au-deſſus du ringard, il y a un endroit qui n'eſt bouché que de terre.

P B, Coupe de l'eſpece de voûte ou de l'embraſure qui eſt devant le fourneau, au-deſſous de laquelle ſe placent les Ouvriers.

La figure 2, *M*, La thuyere.

N, Un des ſoufflets.

P B, Coupe de la voûte ou de l'embraſure où ſont logés les ſoufflets.

Q, *figures* 1 & 2, Coupe de la voûte au-deſſus de laquelle eſt bâti le fond de l'ouvrage.

R, *R*, Liens de bois.

S S marquent les pavements qui ſont de pierres de tailles.

T T, Le maſſif de la maçonnerie qui eſt de pierre ordinaire.

X, *figures* 1 & 2, Ouvrier qui jette du charbon ou de la mine dans le fourneau.

Y, *fig.* 1, Ouvrier qui, avec sa bécasse, sonde si le charbon est assez descendu. L'Ouvrier *X* & l'Ouvrier *Y* n'agissent cependant pas en même temps, comme on l'a représenté.

La figure 3 est une coupe horizontale du fourneau, fait par le gueulard, où l'on voit plusieurs des parties placées au-dessous de ce gueulard.

A, *A*, Les murs appellés *Batailles*.

R, *R*, liens de bois.

B, l'endroit où aboutit le pont qui conduit sur la plate-forme du fourneau.

C C, la petite masse.

D, Embrasure de la petite masse, dans laquelle entre le Chargeur pour charger le fourneau.

F F, Plate-forme du fourneau.

E, le gueulard.

G G, Plaque ou taque de fonte percée au milieu, & qui fait l'ouverture du gueulard.

H, Mur qu'on ne trouve que dans quelques fourneaux : il soutient le toît sous lequel couchent les Chargeurs.

La figure 4 est une coupe faite à l'origine de l'étalage qui montre la figure & l'étendue de l'étalage.

M, embrasure du devant du fourneau.

N, Embrasure des soufflets.

O, *O*, les deux autres faces.

I, *K* sont les quatre grands pans de l'étalage.

L, *K* sont les quatre petits pans.

K est un quarré long qui marque le commencement de l'ouvrage & la fin de l'étalage. Au-dessous de *K*, le fourneau n'a plus que quatre pans, & au-dessus de *L I L*, il en a toujours huit.

La figure 5 est une coupe horizontale faite par la thuyere.

K est l'ouvrage.

M, Le devant du fourneau ou le côté de la dame.

M marque aussi la coupe de la dame.

N, *N*, Les soufflets.

O, La thuyere.

Q, Le côté du pied de rustine.

P, Le contrevent.

R, Coupe des gentilshommes qui sont posés sur la dame.

S, L'endroit par lequel on donne écoulement à la fonte.

S, *T*, Le sillon, le moule qui reçoit la fonte.

X X, Le contour extérieur du mur de l'ouvrage.

PLANCHE II.

La Vignette repréſente l'enſemble d'un fourneau ; on a pourtant découvert quelques-uns de ſes toîts, & abattus des murs qui ferment les appentis, afin qu'on vît divers endroits qui autrement auroient été entiérement cachés.

a, *a* ſont les batailles.

c c d d, Toît qui recouvre le devant des fourneaux & qui fait une eſpece de chambre ou d'attelier pour les Ouvriers. On a découvert ce toît en *c c*.

e, *f* marquent les reſtes des murs des toîts qui ont été abattus, & qui formoient le devant & un des côtés du fourneau.

g eſt la porte.

h eſt l'embraſure du devant du fourneau.

i eſt la fenêtre par où les Chargeurs demandent ce dont ils ont beſoin.

k eſt l'embraſure de la thuyere. Ici les ſoufflets ſont mûs d'une maniere très-ſimple, par une petite roue ſur laquelle l'eau tombe.

L, L'arbre qui les meut.

M, La roue.

n, Le réſervoir où l'eau s'aſſemble avant que d'être portée ſur la roue.

o, Le canal qui la conduit.

p, La halle au charbon où des mulets *q* chargés ſont prêts à entrer.

La Figure 1ere prépare le moule de la gueuſe.

Les Figures 2, 3 & 4 conduiſent une gueuſe par le moyen des rouleaux.

La Figure 5 peſe une autre gueuſe ; *r* le pied de chevre ; *s*, la chaîne ; *t*, la gueuſe.

La Figure 6 tranſporte du laitier ; la montagne *u u* en eſt formée.

Bas de la Planche.

A, *A*, *B*, *C*, *C*, *D* repréſentent ſéparément l'embraſure du devant du fourneau. On a ſur-tout eu en vue d'y faire voir par où ſortent le laitier & la fonte.

C, *C*, ſont deux bouſtas de fonte. Tout ce qui eſt entr'eux, comme en *D*, eſt bouché avec de la terre.

E eſt l'endroit où l'on perce pour faire ſortir le laitier.

F eſt la pente le long de laquelle il s'écoule ; il tombe de côté & d'autre comme en *G G*.

I eſt l'endroit par où on fait ſortir la fonte.

K K eſt l'eſpace couvert de ſable.

L L eſt un moule à gueuſe creuſé dans ce ſable.

M eſt une eſpece de canal qui conduit la fonte dans un autre moule *N N*, qui eſt préparé pour former un contre-cœur.

O eft la piece de bois en relief qui a fervi à faire le moule.

P eft une gueufe tirée du moule.

1, 5, 10, 20, 100, marquent les chiffres avec lefquels on la numérote, & marquent en même temps la valeur de chacun de ces chiffres.

Q eft une dame.

R, R font les deux gentilshommes pofés fur la dame. Ils font couverts de terre en *E F.*

S, Rable pour creufer le lit de la gueufe.

T, V, Différents ringards.

X X Y, Bécaffe ; *Y* eft la partie qui entre dans le fourneau.

Z, Grille qui porte la gueufe pendant qu'on la pefe.

6 eft un morceau de laitier ordinaire de bonne qualité fur qui s'eft formé une bouteille de verre.

8, Morceau de laitier de mauvaife qualité, poreux, quoique pefant.

9, 11, Morceaux de laitier du plus blanc & du plus léger.

PLANCHE III.

Le haut de la Planche repréfente un fourneau vu par derriere, ou du côté où on le charge.

La Figure 1ere caffe de la caftine.

La Figure 2 porte du charbon au fourneau.

A, A, Les batailles ou les murs élevés au-deffus de la plate forme du fourneau.

B B, Le terrein où eft conftruit la halle à la mine & au charbon, & fur lequel eft appuyé un des bouts du pont qui conduit fur la plate-forme du fourneau.

C C eft le canal qui reçoit l'eau qui vient de faire tourner les roues des foufflets. Ce canal ne feroit pas vifible, fi on n'avoit imaginé d'emporter la terre qui devroit être en *B a a; B a a* eft la coupe de cette terre. L'eau prend fa route le long du pied du mur du fourneau, & paffe fous le pont.

D, D, Les liens de bois du fourneau.

E, Le gueulard.

F, Partie du deffus de la plate-forme du fourneau; on voit auffi près de *F* l'embrafure où fe place l'Ouvrier pour charger.

G G, Partie des murs de la petite maffe.

H, Le petit appentis fous lequel couchent les Chargeurs.

I, La fenêtre ou l'ouverture par où les Chargeurs appellent ceux qui font vers le devant du fourneau.

K K, Le pont.

L M N, La halle.

M, Porte-charretiere.

N, Petite porte plus à portée des Chargeurs.

La halle feroit encore mieux difpofée fi cette porte étoit proche du pont. Ordinairement la halle eft parallele à la face où il eft. On a confervé cette difpofition dans le bas de la Planche. On l'eût mife auffi dans le haut, fi elle n'eût pas caché la plûpart des chofes qu'on avoit en vue de faire voir.

O, Le réfervoir d'où fort l'eau qui fait mouvoir les foufflets. L'eau qui en tombe, fait tourner une roue qu'on ne fçauroit voir ici. Cette roue met en mouvement le rouet *P*; ce qu'on voit mieux repréfenté dans la Planche II des foufflets.

P, Le rouet.

Q, L'arbre de ce rouet.

R R, Les foufflets que l'arbre *Q* abaiffe alternativement.

S S, Le toît qui recouvre le double harnois des foufflets.

T T, Endroit où on a abattu le mur qui devroit s'élever jufqu'au toît *S S* pour faire voir les foufflets.

Bas de la Planche.

Le bas de la Planche eft un plan du fourneau qui fait voir le double harnois; comment l'eau eft conduite pour le faire agir, & la route qu'elle prend enfuite.

a a a font les murs qui foutiennent les toîts qui mettent à couvert les Ouvriers qui travaillent devant le fourneau, les foufflets & les machines qui les font mouvoir.

b b eft la porte pour entrer fous ces toîts.

c c, L'embrafure du devant du fourneau.

d eft la coupe du moule d'une gueufe; l'efpace qui eft autour eft couvert de fable qui fert à divers ouvrages de moulerie.

d, L'ouvrage qui devroit être *e*.

f, La coupe des gentilshommes.

gg, Le maffif de la maçonnerie du fourneau.

h h, L'embrafure des foufflets.

i i, Le ruiffeau qui fournit l'eau qui fait mouvoir les foufflets.

l l m m, Conduit de bois qui porte l'eau au double harnois; en *l l* eft la poële qui fert à arrêter l'eau.

n n n, Efpece de réfervoir qui reçoit l'eau du canal précédent.

o, L'ouverture par où elle y entre

p, Ouverture par où elle fort pour tomber fur une roue.

o, Cette roue devroit être *q*.

r s, L'arbre de la roue précédente qui en *s* porte une lanterne.

t t, Arbre foutenu horizontalement au-deffus d'une partie de l'arbre *r s*; il porte un rouet *u u*, dont les alluchons s'engrenent dans les dents de la lanterne *s*.

x x, Cammes de l'arbre *t t*, qui abaiſſent alternativement un des ſoufflets.

y y, Le reſſort auquel eſt ſuſpendu la courge ou le balancier qui releve le ſoufflet qui a été abaiſſé.

z z, La courge ou le balancier.

1, 2, 1, 2, Pieces de bois qui portent les ſoufflets.

3 3, Eau qui, après être tombée de deſſus la roue, prend ſa route pour ſortir de l'appentis.

4, 4, L'endroit par où l'eau ſort de l'appentis.

5, 5, Route que ſuit l'eau pour paſſer ſous le pont.

6, Le pont.

7, Eau conduite loin du fourneau.

8, 8, Plan de la halle à mine & à charbon.

9, 9, Autre canal qui conduit l'eau dans le temps que la palle *l l* eſt abaiſſée, que l'on ne veut pas faire agir les ſoufflets.

10, Palle qui eſt abaiſſée quand les ſoufflets agiſſent, & levée quand ils n'agiſſent pas.

11, La route que prend l'eau quand on lui donne paſſage en 10, pour ſe rendre en 5, 5.

A A B B, Raſſes de charbon.

C, Coupe de cette raſſe faite ſelon *B B*.

D, Coupe ou plutôt plan ſelon *A A*.

E E F F, Clou ou panier à mine.

H, Coupe de ce panier ſelon *E E*.

G, Plan de ce panier ſelon *F F*.

PLANCHE IV.

La Vignette repréſente un fourneau à qui on a ôté ſes appentis. On vient d'y donner écoulement à la gueuſe.

a, *a*, ſont les batailles.

b, *b*, Les liens de bois.

c, La thuyere.

d, La roue qui fait tourner les ſoufflets. Elle eſt plus grande que celles qui ont été repréſentées ci-devant. L'eau la prend par deſſous.

e, ſont les bras de l'arbre qui dans cette diſpoſition n'agiſſent pas immédiatement ſur les ſoufflets. Ils abaiſſent la piece *f*.

g, Le reſſort auquel eſt attaché le balancier des ſoufflets.

h eſt l'embraſure du devant des fourneaux.

i eſt la gueuſe qui vient d'être coulée.

La Figure 1re jette de l'eau ſur les matieres allumées qui ſont près de l'ouverture du fourneau.

La Figure 2 eſt prête à jetter un panier de terre pour boucher le trou par où eſt ſortie la fonte.

La Figure 3 porte une raſſe pleine de charbon pour commencer à boucher le trou au-deſſus de la dame.

k eſt le ruiſſeau qui fait mouvoir les ſoufflets.

l l m n, &c. Le boccard.

l, *l* en ſont les deux piliers ou montants.

m, le canal qui conduit l'eau ſur la roue *n*.

o eſt le canal le long duquel l'eau en s'écoulant, emporte le laitier & les grains de fer.

p eſt l'endroit où s'aſſemblent les grains de fer.

q eſt un courant d'eau qui ne paſſe point dans le tuyau *m*, & qui eſt conduit ſous les pilons pour emporter les grains de fer & le laitier pulvériſé.

Bas de la Planche.

A A B B eſt l'embraſure du fourneau.

A A ſont les côtés de l'embraſure.

B B, eſt la voûte ſoutenue en partie par trois gueuſes de fer, *B*, *B*, *B*.

C C ſont les deux bouſtas.

D 1 eſt la partie du fourneau qui ſe trouve ouverte après que l'on a donné écoulement à la fonte, & qu'on a tiré le laitier de hallage.

F eſt le chemin par où deſcend le laitier ordinaire.

G eſt le canal qui a été creuſé pour conduire la fonte dans le moule de la gueuſe.

K H, Tuyau de fer qui conduit dehors l'humidité qui s'aſſemble ſous le fourneau.

L L M N O P, le boccard vu en perſpective; *L*, les deux montants; *N*, la roue; *O*, le canal le long duquel le laitier eſt emporté par l'eau juſques en *P*.

Q R S S, Le boccard en perſpective dans une autre vue : en *Q*, ſont les bras de l'arbre, dont l'un éleve le bras *R* d'un pilon.

S, *S*, Les deux traverſes à laquelle les pilons montent & deſcendent comme dans une eſpece de couliſſe.

T V, 1, 2, 3, Coupe verticale du boccard priſe tout du long de l'arbre; 1, 2, 3 ſont les pilons au-deſſous deſquels on met le laitier.

y y, Autre profil du boccard pris le long d'un des montants.

Z, *N*, 4, 4, Plan du boccard; c'eſt en 4, 4, qu'on met le laitier.

5, 6, 7, 8, Morceau de laitier de hallage.

6, 6 eſt un morceau de charbon qui eſt reſté dedans.

8, 8 ſont des globules de fonte.

9 ſont divers de ces globules qui ont été ſéparés du laitier par les pilons du boccard.

PLANCHE

PLANCHE V.

La Vignette repréſente un petit fourneau où le vent eſt pouſſé par l'eau qui tombe dans une trompe.

ab cc, &c, Petit fourneau vu en perſpective.

a, Le gueulard.

b, L'endroit où monte le Chargeur pour jetter la charge.

cc, Appentis du devant rompus.

d, Le devant du fourneau qui eſt ici en même temps le côté par où le vent ſouffle, & celui par où on donne écoulement à la matiere.

e, Partie du porte-vent. En *e* eſt le clapet qu'on leve lorſqu'on veut le laiſſer échapper.

ff, Continuation du porte-vent, qui eſt ici caché en terre.

g, Source qui fournit d'eau les trompes.

h, Canal qui conduit l'eau à la trompe.

i l, Canal par où on laiſſe épancher l'eau lorſqu'on ne veut pas faire agir la trompe. Le canal doit avoir une écluſe qu'on n'a point marquée, placée vers *i*.

i, Eſpece de réſervoir où ſe rend l'eau qui tombe dans les trompes.

LL, Planche qui ſoutient les tuyaux des trois trompes.

mmn, Les cuves des trois trompes.

o, Porte-vent commun où ſe rend l'air qui ſort des trois trompes.

pp, Ecluſe des deux trompes de devant.

qq, Eau qui s'en écoule.

Bas de la Planche.

ABCDEF, &c, repréſente le profil d'une trompe ſeule, comme elles le ſont ſouvent.

A A, Tretaux qui ſoutiennent le canal qui porte l'eau à la trompe.

B, Partie du canal de bois.

CC, Origine de la trompe.

D D, Chevalet qui porte la trompe.

E, *E*, Crochets ou mains de fer qui la ſoutiennent, & l'empêchent de toucher aux parois du trou qui la laiſſe paſſer.

FFCC, L'étranguillon ou la partie faite en entonnoir.

G, *G*, Les ventouſes.

G & G, *figures ſéparées*, montrent auſſi des coupes horizontales faites pour les ventouſes.

H, *H*, Frettes de fer qui lient la trompe.

I, Bout de la trompe *I C*.

K, Pierre ſur laquelle elle verſe l'eau.

L, une des pieces qui soutiennent cette pierre.

MM, La cuve.

N, Le Porte - vent.

O, La buze ou canne du porte-vent.

PQRS, Profil de l'écluse; *PQRS*, profil de deux des côtés de la boîte qui la forme.

T, Piece de bois qui est élevée dans une coulisse.

VVV est un plan de la trompe; *VV* marquent les quatre bras de la croix qui soutient dans la cuve la table de pierre.

X, La table de pierre.

y, Le porte-vent.

zz, Le plan de l'écluse où l'on voit comment la piece marquée *T figure précédente*, & *zz* dans celle-ci, est logée dans deux coulisses; *a*, *a*, *a*, les montants qui portent la table de pierre.

b, La table de pierre.

cc, *dd*, *ff*, *ee*, Partie d'une trompe dessinée sur une plus grande échelle pour faire mieux entendre l'effet de l'eau.

ccdd, L'étranguillon.

ee, *dd*, Le large de la trompe.

f, *f*, *g*, Les ventouses. On voit en *h*, *i*, des filets d'eau qui renferment de l'air.

K L mn, Partie du porte-vent; *L*, trou par où on laisse échapper l'air; *m*, soupape.

n, La thuyere ou canne.

opq, Autre disposition d'une partie du porte-vent; *p* est l'ouverture par où on laisse sortir l'air. On la bouche avec un tampon.

q, La thuyere.

rrss, Profil d'un petit fourneau pris sur la ligne 10, 10 du plan.

xtu, Profil du même fourneau sur la ligne 2, 3.

u, L'entrée du porte-vent.

y, *z*, Deux plans du Fourneau, l'un sur une plus grande, & l'autre sur une plus petite échelle.

1,2,3,4,5,6,7, Plan d'un petit fourneau avec ses trompes.

2, Le milieu du fourneau.

3, Le devant du fourneau & le porte-vent.

5,5,5, Plan des cuves.

6,6,6, Corps des trompes.

7, Réservoir qui leur fournit l'eau.

8, 8, 8, Les écluses.

9, Ecoulement de l'eau.

PLANCHE VI.

Ce fourneau a été deffiné par le fieur Dumotier, Ingénieur de Bayonne. Il eft en Darlats, le long de la riviere de Bidaffe à l'entré de la Navarre Efpagnole.

La figure 1ere eft le fourneau & fa forge vus en perfpective.

La figure 2 eft un profil du fourneau & de fa forge. Le profil eft pris fur la ligne *B B* (*fig.* 3).

La figure 3 eft le plan de ce fourneau & de la forge.

La figure 4 eft un profil deffiné fur une plus grande échelle que le refte & pris fur la ligne *A A* du plan.

La figure 5 eft un plan particulier du fourneau pris au-deffous de la thuyere; favoir, à l'endroit où fi l'ouverture qui laiffe fortir le laitier.

La figure 6 eft un plan du même fourneau pris à la hauteur de la thuyere.

Les parties femblables qui fe trouvent dans les différentes figures y font marquées par les même lettres.

C C D D, Chaudiere de cuivre qui entoure le fourneau de toutes parts pour le défendre de l'humidité.

D D eft la partie de cette chaudiere où tombe le laitier.

E, Maçonnerie du fourneau faite avec de la pierre & de la terre.

F F, Taquets de fonte qui revêtent le dedans du fourneau encaftrées dans la maçonnerie.

G, La thuyere.

H, (*fig.* 3, 4, 5) Trou qui donne écoulement au laitier.

I, (*fig.* 4) Trou qui laiffe entrer un ringard avec lequel on remue de temps en temps la matiere.

K K, (*fig.* 5) Partie du fourneau où l'on jette d'abord la mine.

L, *L*, Les foufflets.

M, (*fig.* 1 & 2) Piece contre laquelle eft arrêté le fond d'un foufflet.

N, (*fig.* 2) Barre de fer qui abaiffe le volant fupérieur de ce foufflet.

O, Partie du foufflet à qui elle tient.

P, Piece de bois qui eft le levier à qui tient la barre de fer *O N*.

Q, Piece mobile à qui tient la piece *N O*.

R, *R*, *R*, (*fig.* 1, 2, 3) Doubles équerres de fer qui abaiffent la piece *P Q*, & par conféquent le volant du foufflet.

S, L'arbre qui porte & fait tourner ces doubles équerres.

T, (*fig.* 1 & 2) Roue qui fait tourner l'arbre *S S*.

V, (*fig.* 1) Canal qui verfe l'eau fur la roue.

X, (*fig.* 1 & 2) Refforts qui relevent les volants des foufflets quand une des équerres les a laiffé échapper.

a, Enclume fur laquelle on forge le fer.

b, Le marteau.

c, Son manche.

d, Arbre qui, en tournant, éleve le marteau.

e e, Cammes ou chevilles de l'arbre qui ont prise sur la queue du marteau.

f, Roue de cet arbre.

g, (*fig.* 1) Canal qui verse l'eau sur cette roue.

i, *i*, Pieces qui portent le manche.

k, *k*, Montants de bois qui soutiennent les piece *i i*.

PLANCHE VII.

CETTE Planche représente les trompes, fourneau à fondre la mine, & martinet du pays de Foix.

La figure 1 fait voir le tout en perspective.

La figure 2 est un profil ou coupe selon la ligne *A B b* du plan (*fig.* 3).

La figure 3 est le plan des trompes, fourneau & martinet.

La figure 4 est une coupe des trompes prise parallélement à la ligne *d d* du plan (*fig.* 3).

Les parties semblables sont marquées dans ces figures par les mêmes lettres.

A, Canal qui conduit l'eau au réservoir des trompes.

B, Réservoir qui fournit les trompes d'eau.

C, *C*, Montants qui portent les traverses qui soutiennent le réservoir.

D D, (*fig.* 1) Les traverses des montants.

E E, (*fig.* 1) Autres traverses qui servent à entretenir les montants.

F G, (*fig.* 1 & 4) Partie du corps de la trompe, du tuyau vertical ou arbre creux qui est d'un égal diametre.

H H, (*fig.* 1, 3 & 4) Les trompilles *I*. L'espace qui est entre deux trompilles appellé *Coing*, ou le tuyau qui conduit l'eau dans le corps de la trompe.

K, (*fig.* 2) fait voir le canal vertical, ou corps de la trompe ouvert dans un autre temps que dans la figure 4; aussi n'y trouve-t-on pas la figure d'entonnoir.

L, La caisse dans laquelle les corps des trompes ou canaux verticaux rendent l'eau.

M, (*fig.* 2 & 4) Les pieces sur lesquelles l'eau tombe.

N, (*fig.* 1 & 3) Ouvertures par où l'eau sort de la caisse.

O P, (*fig.* 1 & 2) Partie de la caisse plus élevée par l'inclinaison qu'ont les pieces posées en *O P*.

Q, Conduit par où le vent souffle dans le fourneau.

En *Q* est une ventouse qu'on ouvre en partie, lorsqu'on veut diminuer la force du vent dans le fourneau. Elle se ferme par une planche qui entre dans deux coulisses.

R, Le fourneau.

S, (*figures* 1 & 2) Trou qui donne écoulement au laitier ou crasses.

T, Coupe de ce fourneau, suivant la ligne *A b b* (*fig.* 3).

V,

V, Plan de ce fourneau ſelon la figure 3.

e e f f, Canal qui fournit l'eau qui fait tourner la roue du martinet.

g (*fig.* 3) Trou qui laiſſe échapper l'eau qui tombe ſur la roue du martinet; quand on veut arrêter l'eau, on le bouche avec une plaque de fonte.

h, Canal qui porte l'eau ſur la roue du martinet.

I, Cette roue.

K, Le martinet.

L, Le ringard pour remuer le maſſet dans le fourneau pour déboucher le trou qui laiſſe paſſer le laitier.

M, Tenailles pour prendre le maſſet.

N, Une de leurs branches.

o, Ringard crochu avec lequel on retire le maſſet du fourneau.

p, Gros marteau de fer, ou maſſe avec laquelle on raſſemble, à force de bras, les parties du maſſet lorſqu'on vient de le tirer du fourneau.

q, Le taillant avec lequel on coupe le maſſet.

22, 33, 44, montrent ſelon quelles lignes on diviſe le maſſet en quatre parties. Quand il y a du fer fort ou acier, il eſt dans les parties 22, 44.

PLANCHE VIII.

CETTE Planche repréſente les fourneaux d'Allemagne dont on tire la fonte en maſſe, tels que ſont ceux de Foderberg en Stirie.

La Vignette repréſente un de ces fourneaux vu en perſpective. La diſpoſition des roues, des ſoufflets, des bâtiments qui entourent ce fourneau, n'eſt pas préciſément la même ici que dans le pays. Le Diſſinateur avoit négligé d'en tirer les deſſeins; mais cela n'eſt de nulle importance par rapport à la conſtruction du fourneau, qui eſt ce que nous avons beſoin de connoître. On a ſuppléé au reſte, autant qu'on a pu, par les inſtructions que les Mémoires ont donné.

A A eſt le toît d'une grande halle qui met les Ouvriers à couvert, & où l'on ſerre auſſi le charbon.

B, La cheminée du fourneau qui paſſe au travers de ce toît.

C, Tas de charbon qui eſt dans la halle.

D, L'arcade qu'on bouche avec une porte de fer de côté, pour empêcher les étincelles d'aller gagner le charbon.

E, Autre arcade par laquelle les Ouvriers portent la mine au fourneau.

F, Chariot plein de mine poſée ſur une planche inclinée, attaché à un des bouts d'une corde.

Au-deſſous de *G* doit être une poulie ſur laquelle paſſe la corde à laquelle le chariot eſt attaché.

H, Arbre autour duquel ſe roule la corde pour faire monter le chariot.

I, La roue de cet arbre.

K, Tuyau qui conduit l'eau ſur cette roue.

L, Ouverture ſupérieure du fourneau.

M, Mur bâti en portion d'entonnoir qui conduit le charbon & la mine dans l'ouverture du fourneau.

a a b c d, Deux fours à rôtir la mine.

b, La porte d'un de ces fours.

c, La porte de l'autre.

Bas de la Planche.

La *Figure* 1 eſt un plan pris à la hauteur des ſoufflets.

La Figure 2 eſt un plan pris un peu à l'origine de la cheminée. La ligne *C C* de ce plan ſe trouve directement au-deſſus de la ligne *C C* du premier plan.

La Figure 3 eſt une coupe de fourneau de haut en bas, qui paſſe par les lignes *C C* des deux plans.

La Figure 4 eſt une coupe du même fourneau, qui paſſe par les lignes *D, D*, des plans.

La figure 5 montre comment on tire la maſſe de fonte du fourneau.

Les mêmes lettres marquent dans les différentes figures des parties ſemblables.

E F (*fig.* 3 & 4) Hauteur du fourneau.

F G, (*fig.* 3 & 4) Hauteur de la cheminée.

H, (*fig.* 3) une des arcades ou eſpeces de portes par leſquelles les Chargeurs entrent deſſus le fourneau.

I (*fig.* 2, 3, 4) Gueulard ou ouverture ſupérieure du fourneau.

K, Eſpece de demi-entonnoir qui conduit le charbon dans le fourneau.

L, (*fig.* 3) Endroit juſqu'auquel le fourneau s'élargit.

M, (*fig.* 1), montre la circonférence du fourneau à la hauteur des ſoufflets & de tout l'ouvrage.

N N, (*fig.* 1, 2, 3) eſt la couche de terre dont les parois ſont revêtues.

O O, (*fig.* 1) Embraſure où ſont les ſoufflets, & par laquelle on tire la maſſe de fonte.

P (*fig.* 3) eſt la coupe de la gueuſe qui ſoutient le mur depuis cette embraſure juſqu'en haut, & au-deſſous de laquelle on ouvre le paſſage pour tirer la maſſe.

Q, (*fig.* 1 & 3) La thuyere.

R, (*fig.* 2) eſt le plan d'un trou qui reçoit la cendre ou la pouſſiere qui vient des étincelles qui ſont rabattues par la cheminée ; on ſe ſert de cette cendre pour couvrir le fond du fourneau.

La figure 5 donne quelque idée de la façon dont on tire la maſſe de fonte du fourneau. On n'y a cependant pas mis les poulies néceſſaires pour changer ſa direction ; mais cette figure ſuffit pour ce qu'on veut faire entendre.

S eſt l'ouverture faite au fourneau.

T, La maſſe de fonte entourée d'une chaîne.

V, Autre chaîne accrochée à la précédente.

X, Arbre des ſoufflets qui tirent cette chaîne.

PLANCHE IX.

La figure 1 eſt la figure 4 de la Planche précédente miſe en perſpective, c'eſt-à-dire, une coupe ſur la ligne *D D* (*fig.* 1 *de la Pl. précédente*).

a, eſt la maſſe de fonte.

b, L'ouverture de la thuyere dans le fourneau.

c c, Le deſſus du fourneau.

d, Le gueulard.

f, Le demi-entonnoir.

e e, Les arcades ou portes par leſquelles les Ouvriers viennent dans le fourneau.

g g, La cheminée.

La figure 2 eſt un four à rôtir la mine, coupé du côté *I K L M N O*, pour faire voir les couches de mine & de charbon; *I*, couche de charbon; *K* couche de mine; *L*, couche de charbon; *M*, couche de mine; *N*, couche de charbon; *O*, couche de mine. *h* eſt la porte avec des barres de fer qui la traverſent.

Les autres figures ſont pour donner idée des fourneaux d'Allemagne où l'on coule la fonte en gueuſe.

La figure 3 eſt un plan de ce fourneau à la hauteur des ſoufflets.

La figure 4 eſt un plan pris à la hauteur du gueulard.

La figure 5 eſt la maſſe du fourneau juſques un peu au-deſſus de l'origine de la cheminée miſe en perſpective.

La figure 6 eſt une coupe ſur la ligne *A A* du plan (*fig.* 3).

La figure 7 eſt une coupe ſur la ligne *B B* (*fig.* 3).

La figure 8 eſt une coupe de la cheminée en perſpective.

Les mêmes lettres marquent les mêmes parties dans ces différentes figures.

C, Embraſure par où on donne écoulement à la fonte.

D D, Embraſure des ſoufflets.

E, (*fig.* 6 & 7) Fond du fourneau.

F, Endroit juſqu'auquel le fourneau monte en s'élargiſſant, d'où il ſe rétrécit enſuite juſqu'en *G*.

G, Le gueulard.

H, La cheminée.

I, Entrée pour venir ſur le fourneau.

L'Explication des Planches X, XI, & XII ſe trouve ci-devant, pag. 82 & ſuiv.

MANIERE de faire les Tuyaux de fer coulé ou fondu. Par M. DEPARCIEUX.

IL y a deux ſortes de tuyaux de fer coulé; les uns ſervent dans les grands bâtiments à conduire la deſcente des eaux des toîts, depuis les cheneaux juſqu'à terre, ou on n'en met que 8 à 10 pieds en bas, pour ne pas y employer du plomb, qui ſeroit ſujet à être boſſué, & à s'engorger.

Les autres tuyaux, incomparablemeut plus néceſſaires, ſont ceux dont on ſe ſert pour conduire les eaux d'un lieu à un autre, ſoit pour les beſoins des villes ou des grandes maiſons, ſoit pour l'arroſement ou la décoration des jardins.

La maniere de mouler les tuyaux de deſcente a toujours été la même que celle qui a été en uſage pour ceux de conduite. Tant qu'on a moulé ces derniers entiérement en ſable, à la réſerve du noyau qui a toujours été fait en terre, on a de même moulé les autres en ſable; ils rendoient le même ſervice, & ils étoient auſſi bons que ceux qu'on fait aujourd'hui; rien ne portoit donc à deſirer qu'ils fuſſent mieux faits.

Mais dès qu'on eut imaginé de faire les bouts des moules des tuyaux de conduite, avec des platines de fonte pour former la ſurface plane des brides & porter les petits noyaux qui forment les trous des vis; on mit tout auſſi-tôt des platines aux chaſſis des tuyaux de deſcente, parce qu'il étoit mieux qu'ils fuſſent terminés quarrément, que de l'être par deux biſeaux, l'un à droite & l'autre à gauche, venant ſe réunir aux joints du moule qu'on nomme les *Coutures*, comme on verra que cela étoit ci-devant; mais l'heureuſe idée de terminer les moules par des platines de fonte, n'a pas été imaginée pour ceux-ci.

Ainſi l'Art de mouler & de couler les tuyaux de deſcente n'ayant rien de particulier, nous n'en parlerons qu'à la ſuite des autres. Nous allons commencer par faire connoître comment étoient faits les premiers tuyaux de fer qu'on a employés à conduire les eaux: ces connoiſſances faciliteront l'intelligence de ce qui ſe pratique aujourd'hui.

Des anciens Tuyaux de conduite.

LES premiers tuyaux de fer qu'on a employés à conduire les eaux d'un lieu à un autre, furent faits à l'inſtar de ceux de grès ou de terre cuite, s'emboîtant les uns dans les autres avec du maſtic & de la filaſſe, comme on fait pour ceux de grès: il en exiſte encore en quelques endroits,

endroits, entre autres à Segrez près de Baville. Vers 1746 ou 1747, on a démonté aux Tuileries une conduite qui servoit à porter les eaux de décharge du grand bassin rond au bassin octogone : il reste encore plusieurs des ces tuyaux dans les magasins du Roi.

Pour concevoir comment on faisoit ces premiers tuyaux de conduite représentés par les figures 1 & 2, * il suffit presque de savoir comment étoit fait le modele représenté par les figures 3 & 4 : les figures 5 & 6 représentent le noyau qui formoit le dedans.

L'explication du modele de ces tuyaux devant servir pour l'intelligence de ce qui sera dit dans la suite, nous allons entrer dans quelques détails, comme si on s'en servoit encore.

Ce modele (*fig.* 3 & 4) consistoit en une espece de cylindre qui représentoit & contenoit à la fois toute la solidité du noyau & celle du tuyau ; la partie *A B C D*, en faisant abstraction du reste, représente le tuyau tel qu'il devoit paroître à l'extérieur au sortir du moule ; les ressauts *A*, *D*, *B*, *C* représente l'épaisseur du tuyau ; les parties *G* & *H* représentent les bouts du noyau excédant le tuyau de trois à quatre pouces par chaque bout ; ayant les mêmes diametres que le tuyau devoit avoir intérieurement par chaque bout, ils font portion du modele ; ils formoient dans le sable la place où se posoit le noyau.

Le bout *B C* étoit renflé dans une longueur de six à sept pouces parallélement au reste du tuyau, de maniere que le diametre intérieur de cette partie renflée étoit plus grand de six à sept lignes que le diametre extérieur de l'autre bout.

Ces sortes de modeles cylindriques sont divisés en deux moitiés, suivant la longueur par un plan qui passe par l'axe ; ou, pour mieux dire, ils sont communément faits de deux pieces de bois assemblées par deux chevilles, après en avoir bien dressé l'entre-deux ; le modele étant fait, on racourcit un des bouts de chacune de ces chevilles, pour en faire les gougeons qui servent à tenir d'accord les deux moitiés du modele quand on veut faire la seconde moitié du moule.

La forme ronde de chaque moitié du modele ou de chaque demi-cylindre, donne par elle-même toute la dépouille nécessaire aux côtés ; il falloit alors en donner un peu par les bouts, tant aux extrémités de ce qui forme l'empreinte du noyau, qu'aux ressauts que formoient l'épaisseur qui devoit avoir le tuyau ; il suffisoit de donner une ligne de dépouille, ou une & demie tout au plus sur la hauteur du demi-diametre du modele.

* On a cru que les figures seroient plus sensibles & plus intelligibles si on les présentoit de deux manieres, c'est-à-dire, en perspective & en coupe, comme on a fait pour la plupart : on a mieux aimé les faire plus petites, que de les donner simples & plus grandes.

Cette dépouille faiſoit que les bouts des tuyaux n'étoient pas coupés bien quarrément, étant plus longs à l'endroit des joints du moule ou des coutures, qu'aux deux entre-deux; mais cela ne faiſoit aucun tort à ces ſortes de tuyaux.

Ce modele ainſi préparé, & ayant des chaſſis tels que le ſable peut avoir aux environs de trois pouces d'épaiſſeur deſſus, deſſous & aux côtés : on prenoit la moitié du chaſſis * qu'on poſoit ſur la planche à mouler : on prenoit de même la moitié du modele; on la mettoit au milieu du chaſſis (*fig.* 10), & on mouloit cette moitié du modele : cela fait, on renverſoit le demi-chaſſis avec les ſoins néceſſaires; on plaçoit la ſeconde moitié du modele ſur la premiere; on mettoit la ſeconde moitié du chaſſis, & l'on achevoit le moule en réſervant trois jets le long de cette ſeconde moitié.

On préparoit ſans doute alors les noyaux comme on les prépare à préſent; nous l'enſeignerons ci-après. Le noyau étant prêt à mettre dans le moule, on poſoit ſes extrémités dans les empreintes faites dans le ſable par les bouts excédents *G* & *H* du modele que nous avons dit ci-devant être des mêmes diametres que ceux des bouts de l'intérieur du tuyau. Les deux moitiés du moule étant aſſemblées, il ne reſtoit qu'à y couler la fonte.

Il y en avoit (*fig.* 3 & 4) où l'on réſervoit un bourlet à ſix ou ſept pouces du petit bout pour retenir le maſtic & la filaſſe quand on les emboîtoit.

Une conduite de pareils tuyaux ſans défauts, & poſée avec ſoin dans un terrein ſolide, duroit aſſez long-temps, pourvu que l'eau ne fût pas trop forcée; mais quand les conduites étoient chargées par une hauteur d'eau un peu conſidérables, l'eau pénétroit le maſtic en s'introduiſant peu à peu dans ſes petits interſtices, & le détruiſoit.

Il eſt aiſé de ſentir que quand il arrivoit quelque accident dans le cours d'une pareille conduite, il n'étoit pas poſſible d'ôter le tuyau où étoit le mal ſans le caſſer, ſouvent on endommageoit ſes deux voiſins; & il n'étoit pas non plus poſſible d'y en ſubſtituer un autre en fer : il falloit y mettre deux bouts de tuyau de plomb, avec une ſoudure au milieu.

La difficulté qu'il y avoit à ôter un tuyau tel que les précédents du milieu d'une conduite toute poſée, & l'impoſſibilité d'en ſubſtituer un autre en fer à la place, quand le premier étoit ôté, fit imaginer une autre maniere de faire & d'ajuſter ou de joindre les tuyaux enſemble, qui comparée à la précédente dut paroître très-bonne.

Ce fut de faire des tuyaux toujours de la longueur ordinaire de 3 pieds à trois pieds & demi, & d'un même diametre dans toute leur longueur; on fit de plus d'autres tuyaux ou grandes viroles auſſi en fer

* Il y a des forges où l'on nomme les demi-chaſſis *des fauſſes-pieces*.

ſondu, qui n'avoient qu'un pied ou quinze pouces de long; mais dont le diametre intérieur étoit plus grand de ſix à ſept lignes que le diametre extérieur des premiers; on aſſembloit les tuyaux bout à bout, en mettant une de ces grandes viroles ſur le joint, avec du maſtic & de la filaſſe; & on nommoit cet aſſemblage des *Conduites en manchons*, à cauſe de la forme des viroles. *Voyez les figures* 11 & 12.

On crut qu'au moyen de cette diſpoſition, s'il arrivoit qu'un tuyau ſe caſsât, ou qu'il y ſurvînt quelqu'autre faute, on pourroit aiſément l'ôter en chauffant les deux manchons pour en amolir le maſtic, & les pouſſer enſuite l'un à droite & l'autre à gauche; mais le maſtic ayant perdu une partie de ſon onctuoſité, lorſqu'on l'avoit chauffé la premiere fois pour l'employer, & venant à en perdre encore lorſqu'il falloit échauffer les tuyaux, juſques à ce qu'ils échauffaſſent eux-mêmes le maſtic, joint à la rouille qui s'y étoit formée, il arrivoit que celui des bouts du manchon étoit tout-à-fait deſſéché, avant que celui du milieu fût ſuffiſamment chaud, & qu'il étoit impoſſible de faire couler le manchon; il falloit donc encore caſſer le tuyau, & ſouvent ſes deux voiſins; ce qui devenoit très-coûteux & a dégoûté pour toujours de ſe ſervir de ces tuyaux: d'ailleurs le maſtic ne réſiſtoit pas long-temps aux grandes charges d'eau, comme on l'a déjà dit: il étoit fâcheux de ne pouvoir faire un uſage plus étendu, c'eſt-à-dire, pour les grandes charges d'eau, d'une matiere auſſi ſolide, auſſi commune, & par conſéquent à auſſi bon marché.

On appercevoit ſans doute depuis long-temps que des tuyaux à oreilles, qu'on pourroit joindre & ſerrer autant qu'on le voudroit avec des vis, & du cuir entre deux, ſatisferoient à tout ce qu'on pouvoit deſirer à cet égard; mais il falloit imaginer le moyen de faire ſortir du moule les tuyaux avec leurs oreilles toutes percées & prêtes à recevoir les vis, ſans beaucoup augmenter leur prix; percer les trous après coup auroit été une beſogne longue, pénible & coûteuſe; mouler les tuyaux, comme on moule pour le cuivre avec des pieces de rapport, auroit peut-être été tout auſſi coûteux, s'il ne l'avoit pas été davantage: une heureuſe idée en a donné le moyen; ce fut, dit-on, vers la fin du ſiecle dernier, temps où Louis le Grand vouloit embellir Verſailles & Marly, qu'on imagina enfin le moyen de faire des tuyaux à bride qui ſortoient du moule avec les oreilles percées, tels ou à peu près qu'on les emploie maintenant par-tout.

C'eſt principalement dans le chaſſis qui ſert à mouler ces tuyaux, que ſe trouve toute l'invention; moyen ſi ſimple que bien des gens diront ſans doute, quand on verra en quoi il conſiſte, que *cela n'étoit pas bien difficile à trouver*, tant tout devient ſimple ou aiſé, quand on le connoît. On a néanmoins été des ſiecles à imaginer ce moyen tout ſimple qu'il

paroît. Quel uſage n'en auroient pas fait les Romains, s'il avoit été connu de leur temps.

Maniere de faire les Tuyaux à brides, ou à oreilles percées.

Du Modele.

Le modele d'un tuyau ſimple à oreilles, tel que celui qui eſt repréſenté par *les figures* 13 & 14, eſt composé de ſix pieces; ſavoir, de deux pieces à peu près demi-cylindriques, telles que les repréſentent les figures 15 & 16, & de quatre pieces repréſentées par les figures 17, 17, dont deux enſemble forment la bride 18.

Deux demi-brides & la moitié du cylindre font la moitié du modele repréſenté par les figures 19 & 20; les figures 21 & 22 repréſentent le modele entier.

Les deux bouts excédents *A* & *B*, (*fig.* 15 & 16, doivent avoir comme aux modeles des anciens tuyaux, le diametre qu'on veut donner à l'intérieur des tuyaux, & environ 3 pouces à 3 pouces & demi de long. Les reſſauts *CC* repréſentent l'épaiſſeur qu'on veut qu'aient les tuyaux, obſervant néanmoins que, pour donner plus de force à la bride, il eſt à propos que ce reſſaut ait deux à trois lignes de plus contre la bride que dans le corps du tuyau, allant en diminuant pour ſe reduire à rien, à deux pouces loin de la bride.

On ſait que l'épaiſſeur des tuyaux doit ſe régler d'après leur diametre & la hauteur de la charge d'eau qu'ils doivent ſupporter. Perſonne que je ſache n'a encore fait d'expériences ſur la force de la fonte de fer: il faut néanmoins partir de quelque point fixe; on ne peut juſqu'à préſent conſeiller rien de mieux, que de voir dans les lieux où l'on en a fait grand uſage, comme à la Machine de Marly, l'épaiſſeur de ceux qui ont réſiſté, & celle de ceux qui ont caſſé, tâchant de ſavoir où ils étoient placés, pour connoître la charge d'eau qu'ils ſupportoient, en voir pluſieurs, & pécher plutôt par un peu plus, que par un peu moins, vu que ce n'eſt pas une matiere bien chere; c'eſt le moyen le plus ſûr que je connoiſſe, & cela eſt eſſentiel à obſerver pour ceux qui font faire des modeles particuliers.

L'épaiſſeur la plus ordinaire pour les tuyaux de ſix pouces * eſt de ſix à ſept lignes; mais s'ils doivent porter une charge d'eau de cent à cent vingt pieds, il faut leur donner huit à neuf lignes d'épaiſſeur; on ſent aſſez d'après tout ce que nous venons de dire, que ſi une conduite doit être poſée dans des lieux hauts & bas, il faut que les tuyaux des endroits bas ſoient plus forts que ceux du haut; ce qu'on peut faire ſans changer de modele, comme on le dira en parlant des noyaux.

* Quand on dit *un Tuyau de tel ou tel diametre*, il faut toujours entendre que c'eſt du diametre intérieur dont on parle.

Les

Les modeles des brides forment une ouverture au milieu du même diametre que doivent avoir les tuyaux intérieurement; ils s'appliquent ſur les bouts excédents du modele tout contre les reſſauts; ils doivent avoir dix à onze lignes d'épaiſſeur pour les tuyaux de deux à trois pouces de diametre, onze à douze lignes pour les tuyaux de quatre à cinq pouces, & quatorze à quinze pour les tuyaux de ſix à huit pouces.

Les trous des vis doivent être tels que leur bord intérieur ſoit à huit ou neuf lignes loin de la ſurface extérieure du tuyau, pour la place néceſſaire à l'écrou, à la tête de la vis, & à l'anneau de la clef qui ſert à les tourner pour les ſerrer : il faut toujours faire les trous d'une ligne & demie, ou de deux lignes, plus grands que la tige des vis qui doivent y être employées, pour n'être pas gêné en les poſant : il faut pour cela donner à ces trous dix lignes de diametre pour les tuyaux de deux à trois pouces; onze lignes pour les tuyaux de quatre à cinq pouces; douze à treize lignes pour les tuyanx de ſix à huit pouces, & donner ſix à ſept lignes de force à la partie de l'oreille qui fait l'extérieur du trou.

On fait les brides des tuyaux de deux pouces ovales, avec deux trous pour les vis; & en les poſant on obſerve de mettre les brides verticales, c'eſt-à-dire, une vis deſſus & l'autre deſſous; de ſemblables brides ſeroient auſſi ſuffiſantes pour les tuyaux de trois pouces; on y met ordinairement trois vis, quelquefois quatre.

La rondeur des demi-cylindres fait leur dépouille pour les tirer du ſable aiſément; il faut donner la même facilité aux modeles des demi-brides : on peut le faire de deux manieres. 1°, En faiſant la ligne *A B* (*fig.* 17) un peu plus courte que la ligne *C D*; une ligne de chaque côté donne une dépouille ſuffiſante : 2°, On peut encore donner la dépouille, en faiſant le tour de la bride un peu en pente du côté du tuyau; c'eſt-à-dire, (*fig.* 20) faire *B* un peu plus bas que *A*, parce qu'on verra ci-après qu'on peut tirer les demi-brides par les bouts du moule quand le tuyau eſt moulé; d'autres donnent les deux dépouilles à la fois, & c'eſt mieux.

On donne ordinairement moins d'épaiſſeur aux brides que ce qu'on marque ici; mais c'eſt une économie mal entendue : cette épargne ne va jamais à deux livres de fonte par bride, même pour des tuyaux de 8 pouces; ce qui fait une épargne de cinq, ſix à ſept ſols tout au plus par tuyau; & faute de cette force ſuffiſante, il arrive très-ſouvent à ces tuyaux, dont les brides ſont trop peu épaiſſes, qu'en ſerrant les vis, les oreilles ſe caſſent, ou bien par la charge des terres après qu'ils ſont employés; ce qui eſt encore plus coûteux.

Pour fortifier d'autant plus les brides, & les mieux lier en même temps au corps du tuyau, ſans qu'il en coûte beaucoup de matiere, il faut,

comme il a déjà été dit, augmenter l'épaiſſeur du tuyau en dehors à l'approche des brides, commençant à deux pouces de la bride, & augmentant en pente juſqu'à elle, donnant près de la bride juſqu'à deux ou trois lignes d'augmentation d'épaiſſeur tout autour, ſi ce n'eſt à l'approche des trous des vis, pour n'en pas gêner la tête ni l'écrou.

La conſtruction de ce modele étant bien entendue, on ſentira aiſément celle des autres tuyaux à une ou à pluſieurs branches, courbes, coupés en biais, &c. dont on dira pourtant encore quelque choſe ci-après, pour en faire connoître la commodité & l'utilité. Nous paſſons à la conſtruction du chaſſis propre à mouler avec le modele qu'on vient de décrire, & nous ferons voir tout de ſuite l'uſage de l'un & de l'autre, afin d'être plus courts ſur tout le reſte, dont on devinera une bonne partie par la ſeule inſpection des figures.

De la conſtruction des Chaſſis des Tuyaux à brides.

Ces chaſſis ſont compoſés de deux moitiés ſéparées, comme ceux des autres tuyaux. Pour des tuyaux de ſix pouces & de trois pieds & demi de long, ces demi-chaſſis doivent avoir quatre pieds & demi de long; quinze à ſeize pouces de largeur, & huit pouces de hauteur : en bois de quinze à ſeize lignes d'épaiſſeur, & davantage ſi c'eſt pour de gros tuyaux : ils doivent être aſſemblés à queue d'aronde & ſolidement ferrés par des équerres dans les encoignures, & garnis de quatre forts crochets. *Voyez la figure* 23; elle repréſente un de ces demi-chaſſis, & la figure 24 en repréſente le plan.

Ceux-ci different des chaſſis des anciens tuyaux, en ce qu'ils portent deux platines de fer fondu *A B* & *C D* mobiles d'environ un pouce & demi dans les mortaiſes *F*, *F*, & ſuivant le ſens de la longueur du chaſſis : la figure 25 repréſente une des platines vue de face; le demi-cercle *A* doit avoir le même diametre que doit avoir l'intérieur du tuyau, pour notre exemple ſix pouces : les trous *B* & *C* doivent être exactement placés, comme ils le ſont au modele de la demi-bride & de la même grandeur; on ſent aiſément qu'il faut faire un modele en bois pour mouler ces platines entre deux ſables; elles doivent être d'égale épaiſſeur par-tout, par la raiſon qu'on verra ci-après; cette épaiſſeur eſt ordinairement de douze à quinze lignes; leur longueur *D E* (*fig.* 25) entre les entailles, doit être égale à la largeur intérieure *A*, *B* du chaſſis (*fig.* 23 & 24), afin qu'elles ne puiſſent jouer de droite à gauche; les parties excédentes *H*, *G* qui entrent dans les mortaiſes *F*, *F*, &c. doivent être égales à l'épaiſſeur des planches du chaſſis, & avoir même quelques lignes de plus, parce que cela ne nuit pas; la hauteur des platines doit être la même que celle des demi-chaſſis; celle des entailles

I K, égale à la hauteur du bois qui reſte au deſſous des mortaiſes, afin que le deſſus des platines réponde exactement au deſſous du demi-chaſſis : on y laiſſe communément deux pouces de bois ou deux pouces & demi, & autant par deſſus ; par-là les mortaiſes & les tenons des platines qui y entrent, ont au moins trois pouces ; quand ils en ont quatre, les platines ſont moins ſujetes à avoir du devers, ce qu'il eſt bien eſſentiel d'éviter.

La diſtance entre les mortaiſes *F*, *F* ſur un même côté du demi-chaſſis doit être égale à la longueur que doit avoir le tuyau, brides compriſes, dans notre exemple trois pieds & demi ; les mortaiſes ont trois pouces dans le ſens de la longueur du demi-chaſſis, reſte encore trois pouces de bois entre la mortaiſe & le bout du demi-chaſſis ; on fait enfin une petite entaille *V*, au milieu du joint des petits côtés pour la place de l'arbre de fer qui eſt au milieu du noyau.

Du Noyau.

Pour faire le noyau, on prend une barre de fer deſtinée à cet uſage ; de 7 à 8 pouces plus longue que le chaſſis ; elle doit être quarrée, ſi ce n'eſt aux deux endroits où l'on verra ci-après qu'elle doit être ronde ; on l'enveloppe d'une torche ou corde faite avec du foin, bien torſe & bien ſerrée, qu'on fait plus ou moins groſſe, & dont on met plus ou moins de tours, ſelon que le diametre des tuyaux eſt plus ou moins grand ; pour les tuyaux de grand diametre, on paſſe l'arbre de fer dans une piece de bois, afin qu'il y ait moins d'épaiſſeur de foin autour ; on arrête la piece de bois à l'arbre de fer par une clavette à chaque bout.

Il y a des forges où l'on nomme l'arbre de fer ſeul, ou l'arbre & le bois enſemble, *Trouſſeau* ; d'autres ne le nomment *trouſſeau* que quand il a reçu l'enveloppe de foin : le dernier paroît mieux convenir.

Le diametre de ce trouſſeau ainſi compoſé de l'arbre de fer, & de la torche de foin, doit être moindre que celui que doit avoir le noyau d'environ un pouce & demi à deux pouces, afin de pouvoir y mettre encore huit, dix à douze lignes de terre autour pour achever de lui donner le diametre néceſſaire pour des tuyaux de quatre, ſix à huit pouces, un peu moins pour les moindres diametres, & davantage pour les plus grands.

On ſait par tout ce qu'on a vu juſqu'à préſent ſur l'Art de mouler pour la fonte de fer, que la terre qu'on emploie pour faire les noyaux doit être mêlée avec de la fiente de cheval bien battue, bien mêlée & bien épluchée de pierres de gravier & autres ordures, & être d'une conſiſtance un peu mollette pour être employée.

Le tour ſur lequel on forme ces noyaux, & qu'on nomme *l'Attelier*,

confiſte en deux pieces de bois ſolidement arrêtées ou ſcellées dans un mur à trois pieds de hauteur, ou environ, & diſtante sentr'elles d'environ quatre pieds qu'on nomme les *appuis* : on met ſur le derriere, ou contre le mur une ou deux planches pour y mettre la terre pétrie & prête à employer; on fait une entaille dans chaque appui, dans leſquelles puiſſent entrer deux portions de l'arbre du noyau qu'on arrondit de maniere qu'ils n'y ſoient ni trop juſtes, ni trop aiſés.

On a une planche bien droite par ſes deux côtés, auſſi large par un bout que par l'autre, & un peu tranchante par un de ſes bords; on poſe cette planche ſur les appuis, par devant, mettant le côté tranchant du côté des entailles faites ſur les appuis; on place la planche de maniere que ce rebord tranchant ſoit diſtant du milieu des entailles, de la moitié du diametre que doit avoir le noyau ou l'intérieur du tuyau. On marque alors, ſur les appuis, le derriere de la planche, & on fait ſur chaque appui un trou dont le bord réponde à la ligne qu'on vient de marquer, qui faiſoit le derriere de la planche, afin que mettant une cheville de bois ou de fer dans chacun de ces deux trous, & y appuyant le derriere de la planche, l'autre côté ſe trouve diſtant du milieu des entailles dans leſquelles doit tourner l'arbre du noyau, de la moitié du diametre que doit avoir le tuyau ou le noyau.

On fait deux autres trous ſur les appuis tels que les chevilles qu'on y mettra tiennent la planche deux lignes plus près des entailles; deux autres qui rapprochent encore la planche de cinq à ſix lignes, & encore deux autres, &c, ſelon le nombre des couches de terre qu'on doit ou qu'on veut mettre autour du trouſſeau; on n'en met ordinairement que deux aux tuyaux de deux & trois pouces; on en met trois pour les tuyaux de quatre à cinq pouces, quatre pour les tuyaux de ſix à ſept pouces, & pour les autres au-deſſus cinq couches & tout au plus ſix.

Tout cela préparé, & la planche étant aux trous les plus près du trouſſeau ou des entailles, on applique de la terre ſur la torche de foin, tâchant de l'inſinuer, de la faire entrer & pénétrer le plus qu'on peut entre les tours de la torche & les brins de foin, faiſant tourner le trouſſeau devant la planche pour rendre la couche égale par-tout; cette premiere couche appliquée, on met le trouſſeau ſécher ſur la rôtiſſerie : lorſqu'il eſt ſec, on met la ſeconde couche qu'on fait de même ſécher, & ainſi juſqu'à la derniere qui doit être très-unie; & pour cela elle eſt faite avec de la terre paſſée au tamis, & pétrie avec la fiente de cheval comme l'autre; la derniere couche, qui n'a que deux lignes d'épaiſſeur, étant ſeche, un peu avant que d'enfermer le noyau dans le moule dont nous allons parler, on fait recuire le bout du noyau en lui donnant un feu plus vif; après ce recuit, on remplit les crevaſſes, s'il y en a, avec de la charrée, ou cendre

cendre détrempée ; & étant bien ſec, on finit par le laver avec du pouſſier de charbon détrempé, pour faciliter la ſéparation de la terre d'avec le fer.

Il faut faire ce lavage tandis que le noyau eſt encore chaud, & ne l'enfermer dans le moule que quand on voit qu'il ne reſte plus aucune marque d'humidité : on fait de ces noyaux à la fois, autant qu'on a d'arbres de fer.

Les arbres des noyaux ont un bout un peu applati pour y adapter une manivelle de bois, avec laquelle un homme ou un enfant tourne le trouſſeau, tandis qu'un autre met la terre.

Veut-on faire des tuyaux de moindre épaiſſeur, & de différents degrés de diminution, pour des parties de conduites qui doivent avoir de n[illegible] dres charges d'eau à porter que les autres ? on peut le faire ſans chan[illegible] de modele ni de chaſſis, & c'eſt mieux.

On voit aiſément qu'on diminuera l'épaiſſeur d'autant qu'on voudra en groſſiſſant le noyau, ce qu'on feroit en reculant la planche ſur les appuis de l'attelier d'une ligne, ou de deux lignes, &c. Mais en s'y prenant de la ſorte, le noyau ne pourroit plus entrer dans le demi-cercle des platines du chaſſis ; on pourroit diſpoſer les mortaiſes du chaſſis de maniere qu'on pût changer les platines ſans les démonter ; mais il ſera beaucoup mieux de ſe ſervir des mêmes platines, & on le peut, en faiſant toujours les bouts des noyaux de la même groſſeur qu'ils avoient pour les premiers tuyaux, & ne donnant l'augmentation de groſſeur aux noyaux qu'entre les platines.

Cette augmentation doit ſe faire en pente, ou peu à peu, comme celle qu'on a faite en dehors, pour mieux marier les brides au corps du tuyau, & encore ne faut-il pas commencer ſi près des platines ; il eſt mieux de laiſſer toute l'épaiſſeur de la bride du même diametre à tous : pour cela, quand on aura fait tous les noyaux de la plus forte épaiſſeur de tuyaux, on marquera le milieu de la longueur de la planche qui a ſervi à calibrer les premiers noyaux : on ménera pluſieurs lignes parallélement au bord tranchant ; la premiere à une ligne de diſtance de ce bord, une à deux lignes, une à trois lignes, &c. Si les tuyaux ont trois pieds & demi, on prendra vingt pouces de part & d'autre du milieu de la planche ; & à partir de ces deux derniers points en revenant vers le milieu, on diminuera la largeur de la planche d'une ligne, ou de deux, ou de trois, &c. Venant rencontrer celle qu'on voudra des lignes paralleles à deux pouces loin des points où l'on commence la diminution ; on échancrera ainſi la planche d'une ligne, ou de deux, &c. On la rendra de nouveau tranchante, & l'on aura un calibre ou échantillon, qui fera les noyaux tels que l'épaiſſeur des tuyaux ſera diminuée de ce qu'on aura déterminé, tout le reſte étant comme aux premiers.

On dira peut-être que par ce moyen la conduite ſe trouvera alternativement large dans les corps des tuyaux, & étroite dans les brides, & que l'eau aura moins de liberté pour couler à l'endroit des brides, qu'ailleurs. Mais elle n'eſt pas plus gênée dans les brides de ces parties de la conduite, qu'elle ne l'eſt dans la partie entiere faite avec les tuyaux de la plus forte épaiſſeur; il faut ſuppoſer qu'on a fait faire ces premiers d'un diametre ſuffiſant. On ne fait point cette diminution pour donner plus de paſſage à l'eau; on la fait pour diminuer la dépenſe, & cet objet eſt aſſez important dans une grande longueur de conduite pour qu'on doive y prendre garde. Il faut avoir ſoin de faire dans le moule des marques différentes pour les différentes diminutions d'épaiſſeur, afin de les reconnoître plus aiſément.

On fait avec la même terre dont on fait la derniere couche des noyaux, mais pétrie un peu plus ferme, un nombre de petits rouleaux bien droits, d'environ trois pouces & demi à quatre pouces de long, qu'on moule dans deux demi-cylindres de bois creux faits pour cela, du diametre que doivent avoir les trous des vis; on y enfonce la terre par un bout qu'on preſſe bien, tenant l'autre bout appuyé ſur une table ou planche; on ſépare les coquilles ou demi-cylindres de la terre en les faiſant gliſſer en long; il faut obſerver que les bouts ſoient coupés quarrément; on les fait ſécher, recuire; & on les lave avec le pouſſier détrempé tout comme les noyaux. On en fait une grande proviſion à la fois, qu'on a ſoin de tenir en lieu ſec, même un peu chaud; c'eſt ordinairement la beſogne des enfants.

Du Moule.

On prend la moitié du moule du tuyau, c'eſt-à-dire, la moitié du cylindre (celle qui n'a pas les gougeons), & deux demi-brides qu'on aſſemble ſur une planche à mouler; on prend de même le demi-chaſſis qui ne porte pas les gougeons; on pouſſe les platines vers les bouts du demi-chaſſis; on le poſe ſur le demi-modele; les platines de fonte tombent hors des demi-brides ſur les bouts excédants du modele; on rapproche alors les platines contre les demi-brides : le tout s'arrangeant & prenant ſa place, on voit que les platines venant s'appliquer contre les demi-brides, s'appliquent en même temps contre les bords de leurs mortaiſes, puiſque leur diſtance a été faite égale à la longueur du tuyau ou du modele. On arrête les platines par des coins qu'on met dans les mortaiſes, & qu'on chaſſe un peu avec un maillet, afin qu'elles ſoient bien appliquées contre les demi-brides & contre les bords de leurs mortaiſes: on met alors le pouſſier de charbon, & enſuite le ſable qu'on met ſeulement entre les platines, & l'on moule cette moitié du tuyau à l'ordinaire, remarquant que les platines font portion du moule; elles en font les bouts.

Cette moitié étant faite, on renverſe le demi-chaſſis ; on met l'autre moitié du modele deſſus, puis l'autre demi-chaſſis & le reſte comme pour la premiere moitié, & on acheve le moule en réſervant trois jets ſur le corps du tuyau, & deux ſur chaque bride ; les jets ont ordinairement ſix à ſept lignes de diametre, un peu moins pour les petits.

Tout cela étant fait, on ſépare les deux demi-moules, dont on ôte les deux demi-cylindres : on ôte enſuite les coins qui fixoient les platines dans leurs mortaiſes, on les pouſſe vers les bouts des demi-chaſſis, & l'on ôte les modeles des demi-brides ; on met dans chacun des trous de ces platines un rouleau de terre bien ſec, tel qu'on a enſeigné à les faire ci-devant, les faiſant excéder du côté du ſable d'une quantité égale à l'épaiſſeur du modele des brides ; on rapproche enſuite les platines du ſable, & on les fixe de nouveau avec les coins contre les bords des mortaiſes ; on pouſſe les petits rouleaux de terre pour les faire entrer un peu dans le ſable, afin que la fonte ne les dérange pas.

On met alors les deux demi-chaſſis l'un ſur l'autre ; ayant mis le noyau au milieu, on examine ſi les derrieres des platines conviennent bien enſemble, & ſi elles forment bien un même plan, en éclairant par deſſous avec une lumiere, & bornoyant par deſſus, ce qui doit être, ſi le tout a été fait ainſi qu'on l'a expliqué : ſi quelque platine voile, lâchant un coin & en reſſerrant un autre, on raccommode le mal qu'il peut y avoir ; c'eſt pour cela qu'on a recommandé ci-devant d'obſerver que les platines fuſſent bien d'égale épaiſſeur.

Tout cela fait, on remplit de ſable le derriere des platines qu'on foule ſimplement avec la main, & le moule du tuyau eſt prêt à recevoir la fonte.

On met trois jets ſur le corps du tuyau, & deux ſur chaque bride, afin que pluſieurs Ouvriers puiſſent verſer à la fois, ſans quoi la matiere ne rempliroit pas les extrémités du moule, ou les rempliroit mal, la matiere perdant de ſa fluidité quand on veut la faire aller trop loin, ayant à échauffer les parties du moule où elle paſſe ; on a déjà dit qu'il eſt très-eſſentiel que les Verſeurs de fonte ſe ſuccedent ſans interruption, & pour cela il faut qu'il y en ait toujours un avec ſa cuiller pleine de fonte prêt à verſer, lorſqu'un des premiers acheve de verſer la ſienne.

On commence toujours par les jets des brides ; pendant qu'on verſe par les jets des brides & par quelques-uns du corps du tuyau, les autres ſervent de ventouſe ; mais dès qu'on voit que le moule eſt plein par les jets où l'on verſe, il faut promptement verſer de la matiere par les jets qui faiſoient l'office de ventouſe, ſans quoi il pourroit s'y trouver quelque défaut.

Comme la matiere ſe retire, ou que ſon volume diminue, à meſure qu'elle

perd de ſa chaleur, & que le milieu de l'épaiſſeur du tuyau eſt encore liquide, tandis que ce qui touche le moule & le noyau, a déjà commencé à perdre de ſa fluidité, il arrive que la matiere du milieu du jet, encore liquide, eſt attirée pour aller remplacer la diminution de volume qui ſe fait dans le moule; & que ſi on n'a pas ſoin de mettre un peu de fonte ſur les jets du corps du tuyau quelque temps après qu'on les a vus pleins, il arrive, dis-je, que les jets deviennent de petits tuyaux, & que les ayant caſſés, le tuyau eſt percé; on prévient ce défaut en fourniſſant un peu de fonte ſur chaque jet, à meſure qu'on voit que le deſſus du jet s'enfonce tandis qu'il eſt encore liquide.

La même raiſon qui fait que la matiere de l'intérieur des jets ſe retire; & que les tuyaux ſe trouvent percés, ſi on n'y prend garde, fait qu'il ſe forme quelquefois des fentes auprès des brides, ſi on n'a ſoin de caſſer le moule dès qu'on préſume que la matiere eſt priſe ou figée ſans attendre que la piece ſe refroidiſſe; ce qui vient de ce que le corps du tuyau perdant de ſa chaleur, tend à s'accourcir; le ſable du moule comprimé comme il l'eſt, ne permet pas aux brides de s'approcher, comme il le faudroit, pour ſuivre le raccourciſſement du tuyau, & alors la matiere ſe fend aux environs du collet de la bride: on évite ce défaut en lâchant les crochets du chaſſis, & le renverſant pour faire rompre le ſable lorſqu'on juge que la matiere eſt priſe.

Voilà pour les tuyaux ſimples coupés quarrément ou d'équerre par les deux bouts, tels qu'on les a faits depuis qu'on a imaginé de mettre dans les chaſſis les platines de fonte pour faire portion du moule, former la ſurface plane des brides, & porter les petits rouleaux de terre qui ſervent de noyaux pour les trous des vis.

Mais quoique ces tuyaux ſoient incomparablement plus commodes, & aiſés à ôter du milieu d'une conduite, & à remettre, il ne laiſſe pas d'y avoir encore de la difficulté; parce que dans une conduite bien poſée, chaque tuyau eſt autant ſerré ou approché des deux qui le touchent, qu'il eſt poſſible de l'être; les deux bouts étant coupés quarrément, & par-là paralleles entr'eux, un tuyau ainſi pris ne ſort pas aiſément d'entre les deux qui le joignent: on les ôte néanmoins à force de levier ſans endommager les deux voiſins, parce que les cuirs qui ſont dans les joints les plus près, permettent un petit mouvement, & le tuyau ſort; mais il faut beaucoup de ſoins & de précautions pour y en mettre un autre de fonte; on en vient pourtant à bout, & le pis aller, ſi on n'en a pas de fonte qui puiſſent y entrer, eſt d'en mettre un de plomb, ce qui eſt beaucoup moins difficile; mais il eſt plus cher.

On en fait à préſent, aux forges de Dampierre & de Senonches dans le perche, à cinq ou ſix lieues de Dreux, qui ſont coupés en biais par un

un bout & quarrément par l'autre (*voyez les fig.* 26 & 27), ce qui les rend incomparablement plus commodes ; car mettant les deux bouts-biais enſemble du ſens convenable, & les bouts d'équerre enſemble, on va droit comme avec les autres ; a-t-on beſoin de tourner ? on joint un bout coupé quarrément avec un bout biais, & l'on tourne juſqu'à faire le tour d'un baſſin ſi l'on veut, comme avec des tuyaux de plomb.

A-t-on beſoin de ſe détourner plus promptement à droite ou à gauche ? on met deux bouts biais enſemble du ſens convenable pour cela, &c ; & la même choſe pour monter ou pour deſcendre obliquement, après avoir été horizontalement. Arrive-t-il qu'un tuyau creve, qu'une oreille caſſe, ou autre faute ? le biais permet la ſortie du tuyau défectueux & l'entrée de celui qu'on veut y ſubſtituer.

La fig. 30, quoique pour un tuyau plus compoſé, fait voir comment ſont faits les chaſſis des tuyaux ſimples qui ont un bout coupé en biais.

Bien des gens croiront d'abord qu'il auroit été encore mieux de faire les deux bouts biais : je le crus de même dans les premiers inſtants que l'idée de ce biais me vint ; mais en y penſant mieux, je vis, qu'après avoir été horizontalement, & s'être diſpoſé pour tourner à droite ou à gauche comme il le faut preſque toujours, on ne pouvoit ni monter ni deſcendre, s'il en étoit beſoin, ſans un raccordement de plomb ; que ſi on avoit des tuyaux à branche à mettre dans le cours de la conduite, on ne pouvoit mettre la branche ni deſſus ni deſſous, s'il en étoit beſoin : un bout coupé quarrément facilite tout cela.

On fait dans les mêmes forges de Dampierre & de Senonches des tuyaux qui portent une branche ſur le côté (*fig.* 28 & 29), ce qui eſt très-commode pour les conduites dans les potagers, & épargne beaucoup de plomb & de ſoudure ; la fig. 30 montre le plan du chaſſis avec le modele en place, où l'on voit que, pour rendre la platine *O P* mobile, il a fallu mettre dans le chaſſis les deux planches *G E*, *I K* pour porter la platine *O P* ; la planche *I L* pour porter le bout *D* de la platine *C D* ; & la planche *G F*, pour recevoir le bout *B* de la platine *A B* ; les deux eſpaces *F G E M*, *L I K H*, reſtent toujours vuides, & c'eſt par-là qu'on met & qu'on ôte les coins qui fixent les platines dans les mortaiſes *B*, *P*, *O*, *D*.

On a rendu les derniers chaſſis de ces ſortes de tuyaux un peu plus ſimples ; on a ſupprimé les planches *I L*, *I K*, *G E*, *G F* ; les platines *C D*, *A B* viennent juſqu'en *N* & *Q*, & elles ont chacune une mortaiſe pour recevoir les bouts de la platine *O P* qui eſt plus longue ; tout cela doit s'entendre à préſent.

L'arbre du noyau de ces tuyaux à branche porte une mortaiſe à l'endroit où doit être la branche ; on y met un morceau de bois fait comme

l'arbre de fer qu'on y mettra pour le noyau de la branche, mais court, pour qu'il n'empêche pas de tourner le trousseau avec la terre, & l'on acheve ce grand noyau jusqu'à la derniere couche inclusivement, comme s'il ne devoit point avoir de branche.

On se repaire sur l'arbre de fer pour reconnoître où est le morceau de bois qui se trouve alors caché par les couches de terre; on le découvre, on l'ôte, & l'on y met le petit arbre de fer fait pour cela, qu'on y enfonce un peu à force; on y met la torche de foin, & la terre qu'on ajuste à la main, avec un calibre de bois creusé en demi-cercle du diametre que doit avoir la branche; l'ayant mené jusqu'à la derniere couche, on le recuit, on le lave avec le poussier de charbon détrempé, & on l'enferme dans le moule, &c.

On fait aussi des pieces à deux & à trois branches, soit pour des pompes à cheval, soit pour de grandes machines, en leur envoyant le modele de ce qu'on demande, ce qui devient incomparablement moins cher qu'en cuivre; & tout ce qui ne touche pas les pistons est tout aussi bon & aussi solide en fer fondu

La fig. 31 montre le plan du chassis & du modele d'un tuyau à deux branches, dont les brides devant se trouver dans un même plan, sont formées par les mêmes platines *A B*; il en est de ce chassis comme du précédent, que les espaces *C D E F*, *I K L O* doivent rester vuides, & que l'on peut faire porter la platine *A B* par les deux autres, pour éviter de mettre les quatre morceaux de planche *D C*, *D E*, *K L*, *K I*: on fait le noyau de cette piece comme on a fait celui de la précédente.

La fig. 32 montre le plan du chassis d'un tuyau courbe, dans lequel on a fait le retranchement *A B C* par la planche *A B*, dans lequel on ne met point de sable, tant pour rendre le chassis moins pesant, qu'afin que le sable tienne mieux; l'espace *D E F G* reste aussi vuide, par la même raison qu'aux chassis précédents, & qu'une platine peut porter le bout de l'autre, pour ne pas avoir les deux planches *E D*, *E F*.

On fait le noyau de ces pieces à la main, en se servant d'un calibre en bois fait en demi-cercle creux, du même diametre que doit être l'intérieur du tuyau.

On pourroit néanmoins faire ce noyau plus réguliérement quand la courbure du tuyau est une portion de cercle, en faisant tourner le calibre autour du centre de l'arc, dont le tuyau est portion, soutenant l'autre bout du calibre à la hauteur convenable par une regle fixée à la hauteur du milieu du noyau; mais le peu de tuyaux qu'on peut faire faire de la sorte, ne vaut pas la peine qu'il y auroit à prendre tous ces soins, d'autant qu'on les fait suffisamment bien sans cela.

Pour tenir le noyau à sa place, on a mis des crochets sous les entailles *H* & *I*, avec lesquels on accroche les bouts de l'arbre du noyau quand il est en place; & avec des cales plus ou moins épaisses qu'on met entre le crochet & le bout de l'arbre, on met le noyau exactement à la hauteur où il doit être; on met ensuite des coins par dessous dans l'entaille, & le noyau est fixé; on met l'autre demi-chassis par dessus, on l'arrête avec les crochets, & le noyau se trouve pris de maniere à ne pouvoir ni monter ni descendre.

Toutes ces différentes pieces ont été exécutées pour la Machine de Creci, qui n'est qu'à trois lieues de ces forges; & je ne sache pas qu'on en eût exécuté de pareilles nulle part auparavant.

On voit aisément à présent que tant que le moule des tuyaux de conduite n'a été qu'en sable, sans platine de fonte, celui des tuyaux de descente a dû être de même: c'en étoit assez pour des tuyaux qui n'ont jamais eu besoin d'autant de soins que les autres, & ce n'est vraisemblablement pas pour eux qu'on s'est appliqué à chercher à mieux faire; mais dès qu'on a eu imaginé les platines pour les uns, on les a aussi-tôt employées aux autres, pour les terminer d'équerre & sans biseau.

Les tuyaux de descente ne different pas beaucoup des premiers tuyaux de conduite; ils s'emboîtent de même les uns dans les autres, mais seulement d'un pouce & demi, ou de deux pouces; le diametre intérieur du bout qui reçoit, n'a qu'une ligne ou deux de plus que le diametre extérieur du bout qui est reçu, n'y ayant ni mastic ni filasse à mettre; il y en a (*fig.* 8) où l'on fait un bourlet qui fait recouvrement sur le bord de l'emboîture quand ils sont en place, comme on en faisoit un aux anciens tuyaux de conduite (*fig.* 1 & 2); il y en d'autres (*fig.* 7) où, pour ne pas faire l'emboîture si grosse, on diminue la moitié de l'épaisseur du bout qui doit entrer dans l'emboîture.

Du couler à la poche.

On ne doit jamais risquer de couler à la cuiller les pieces de grand volume, dans lesquelles il entre beaucoup de matiere; il est toujours à craindre que dans un long service, aussi pénible & aussi risquable, il n'arrive du retard de service par quelque Ouvrier, & que ce manque ou retard de service ne fasse manquer la piece.

Pour éviter cet inconvénient, on enterre à six, huit ou dix pieds du fourneau, ou plus près si l'on peut, le moule ou chassis des pieces dans lesquelles il doit entrer plus de quatre à cinq cents livres de matiere, faisant le creux assez profond, pour que le dessus du chassis soit suffisamment plus bas que la sortie de la fonte à l'œuvre ou fourneau; le moule étant enterré & le sable battu autour, on fait dans le sable une rigole

en pente depuis le trou du fourneau jusqu'au trou du jet, autour duquel on fait une espece d'entonnoir en sable; on s'imagine bien que pendant toutes ces préparations, on a grand soin de tenir les jets & ventouses bouchées.

Cela fait, & la fonte étant prête à couler, on débouche le fourneau avec le ringard; la fonte coule & s'achemine vers le moule; un Ouvrier met alors une pelle de fer au travers de la rigole, à un ou deux pieds du moule pour arrêter la fonte; on en laisse amasser une certaine quantité: pendant ce temps on ôte les tampons qui bouchoient les ouvertures du moule; on leve alors la pelle à moitié ou à peu-près, pour ne laisser couler que la matiere du fond, parce qu'il se forme toujours une croûte à la superficie du bain retenu par la pelle, formée par le fer qui commence à se figer, & par une crasse ou reste de laitier qui sort continuellement de la fonte, qu'il est essentiel de ne pas laisser entrer dans le moule; la pelle n'étant levée qu'à moitié, arrête cette crasse qui étant plus légere que la fonte plus épurée, occupe toujours le haut. Dès que le moule est plein, on bouche le fourneau; on enfonce la pelle dans la rigole pour arrêter l'écoulement; on met du sable par derriere, & on ôte la pelle; la fonte qui reste dans la rigole forme une petite gueuse, qu'on nomme *Gueusillon*, dont on fait du fer après.

Les pieces qui ne sont que médiocrement grosses, on les coule à la poche: *la Poche* est un vaisseau de fonte fait comme les chaudieres, si ce n'est qu'elle a le double d'épaisseur, quatorze à seize pouces de diametre & huit à neuf pouces de hauteur; elle a un trou à la hanche * de huit à neuf lignes de diametre; elle contient communément cinq à six cuillerées de fonte, & chaque cuillerée en contient communément trente-cinq à quarante livres.

Quand on veut se servir de la poche, on en lutte tout l'intérieur, aussi-bien que celui des cuillers; on bouche le trou en dedans avec de la terre; on place le chassis ou le moule le plus près qu'on peut du fourneau, pourvu qu'on ait toute la liberté de manœuvrer; on dispose tout ce qu'il faut pour soutenir la poche par derriere, son devant étant appuyé sur le chassis, & son trou tout près du jet, autour duquel on a fait un bassin ou entonnoir, pour recevoir la fonte quand elle sortira de la poche.

Tout cela fait, on met la poche chauffer sur le fourneau, jusqu'à rougir, aussi bien que les cuillers; la fonte étant bien préparée & bien épurée par dessus, on porte la poche à la place qu'on lui a préparée sur le moule; on prend la fonte avec les cuillers, & on la verse dans la poche dès que la

* Les Ouvriers des Forges nomment *la Hanche* d'une chaudiere, ou d'une marmite, la partie arrondie par laquelle le fond se lie ou se joint avec le tour.

poche

poche est pleine, ou qu'il y a au moins une quantité de fonte suffisante pour espérer que les Ouvriers n'en laisseront pas manquer en continuant de porter, tandis que ce qui est dans la poche s'écoulera, on pousse le bouchon de terre en dedans, avec un débouchoir de fer, & la fonte tombe dans le moule; pendant qu'elle coule, les Ouvriers continuent à porter de la fonte dans la poche, jusqu'à ce qu'ils jugent qu'il y en a de reste; & dès qu'ils voyent les jets pleins, ou prêts à l'être, ils versent avec la cuiller même dans les jets.

Les personnes qui ont des devis à faire, dans lesquels il entre beaucoup de fonte, & qui la réduisant au pied-cube, croiroient devoir la compter sur le pied de cinq cents quatre-vingt livres le pied-cube, comme les pese celui de fer forgé, seront peut-être bien aises de savoir que la fonte pese beaucoup moins que le fer forgé : je ne dirai pas bien précisément ce que pese le pied-cube de fonte; il peut d'ailleurs y en avoir qui pesent plus, & d'autres moins; mais j'ai assez bien examiné celle de Dampierre, pour assurer qu'elle ne pese qu'aux environs de quatre cents quatre-vingt-seize à quatre cents quatre-vingt-dix-huit livres.

ERRATA.

Premiere Section, *pag.* 45 *lig.* 18 & 19. un canal d'eau courante de 8 pouces-cubes; *lisez*, un canal dont la section perpendiculaire est un quarré de 8 pouces de côté.

Fin de la troisieme Section.

De l'Imprimerie de H. L. GUERIN & L. F. DELATOUR, 1762.

fig. 1re

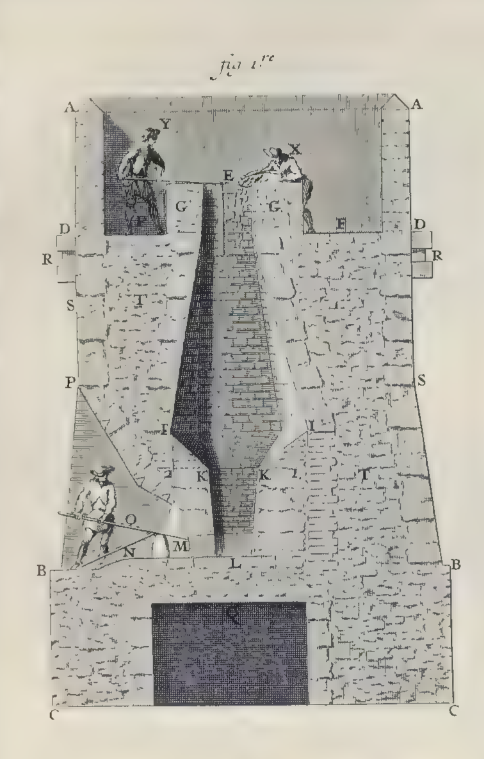


fig. 3e

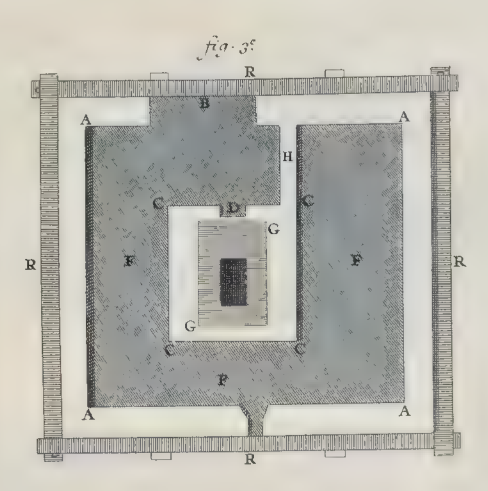


fig. 4e

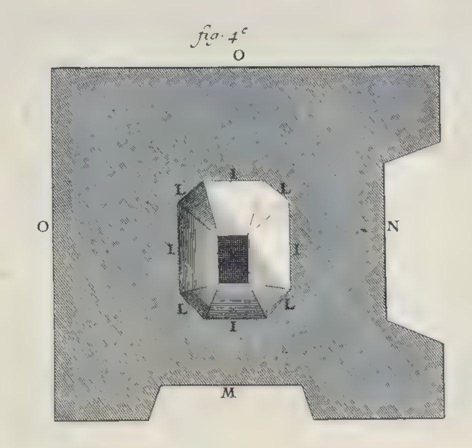
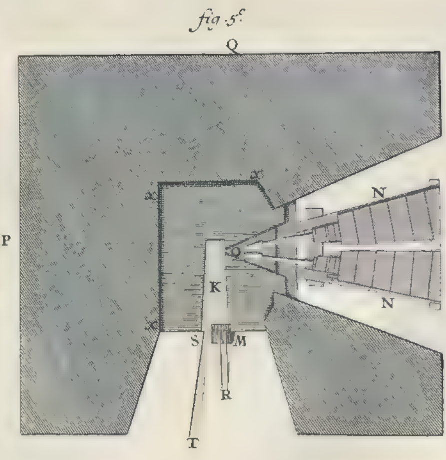
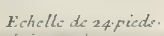


fig. 2e

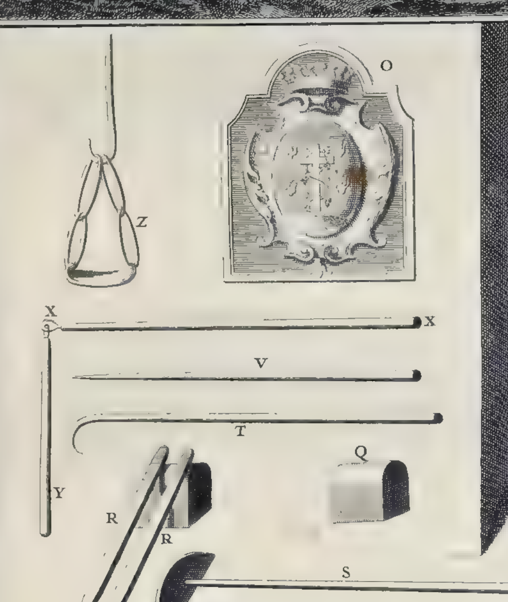
fig. 5e







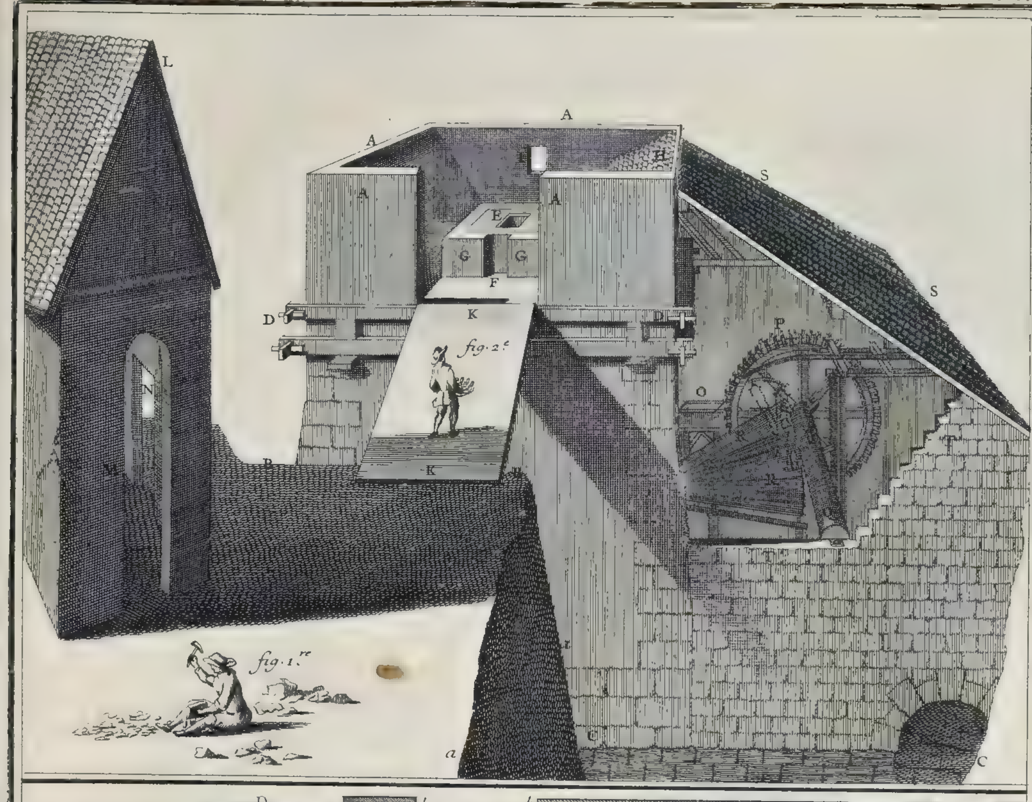


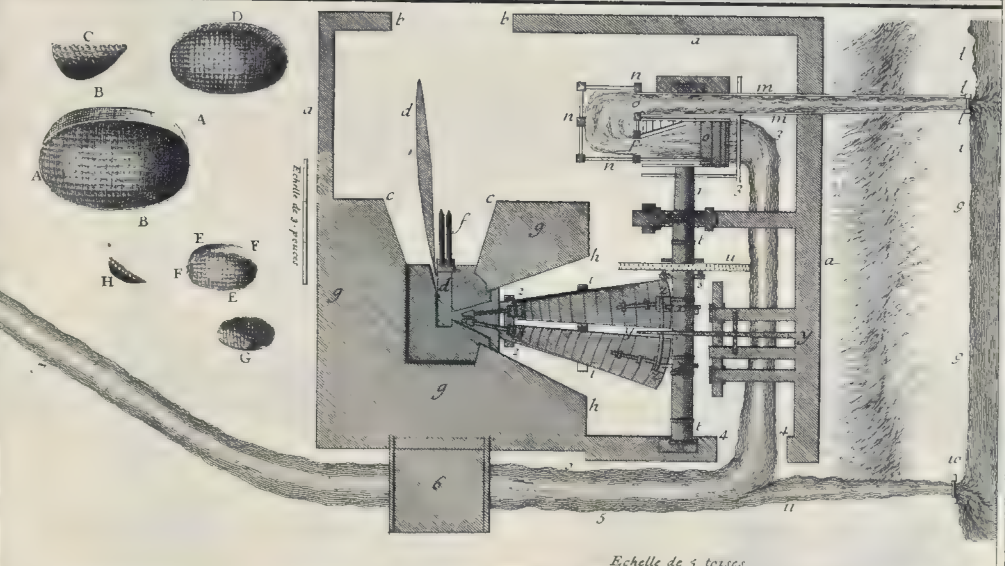






Echelle de 6. pieds


fig. 2e
fig. 1re


Echelle de 3 pouces
Echelle de 5 toises

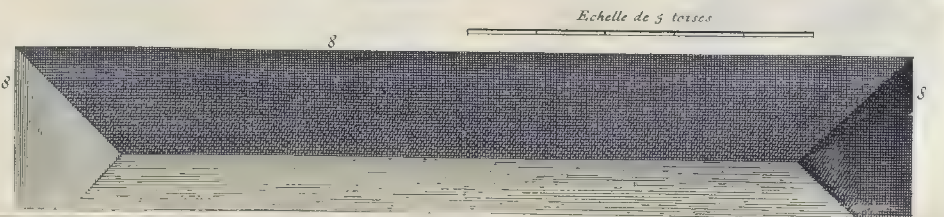


fig 2e.

fig. 3e.

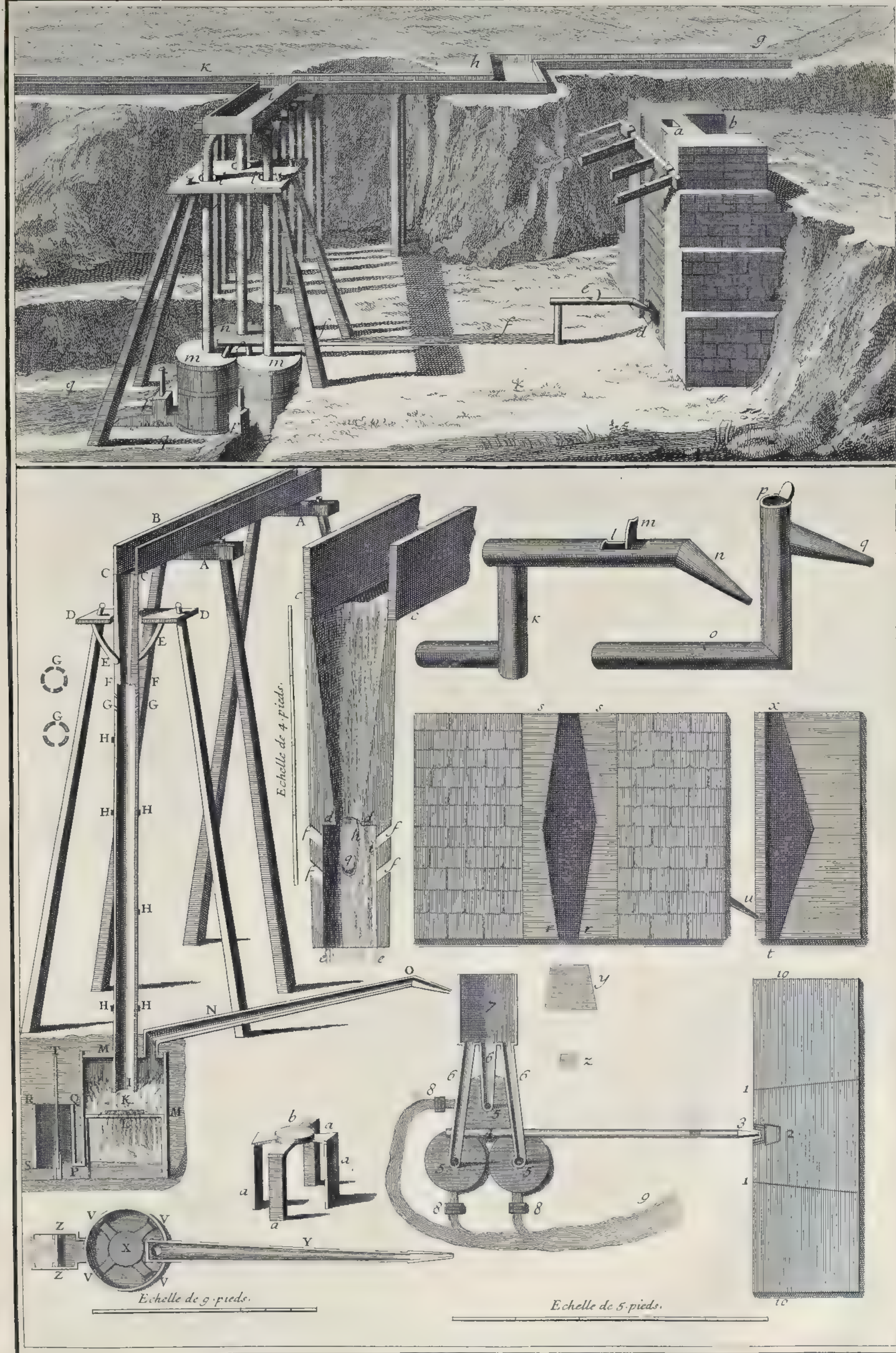
Fig. 1.

Echelle de 3. toises.

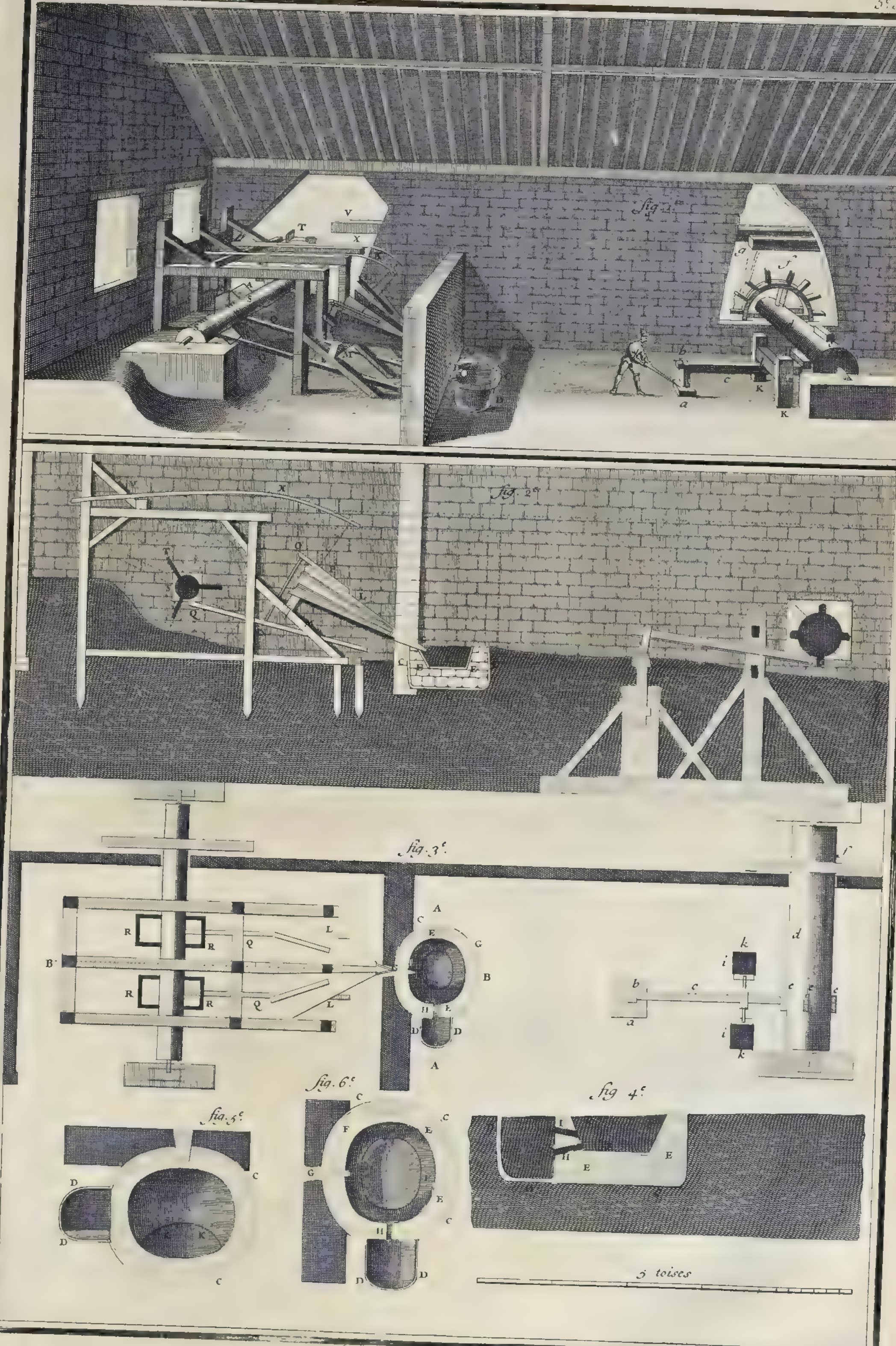
dessiné par Chaufourier et Bretez

1716

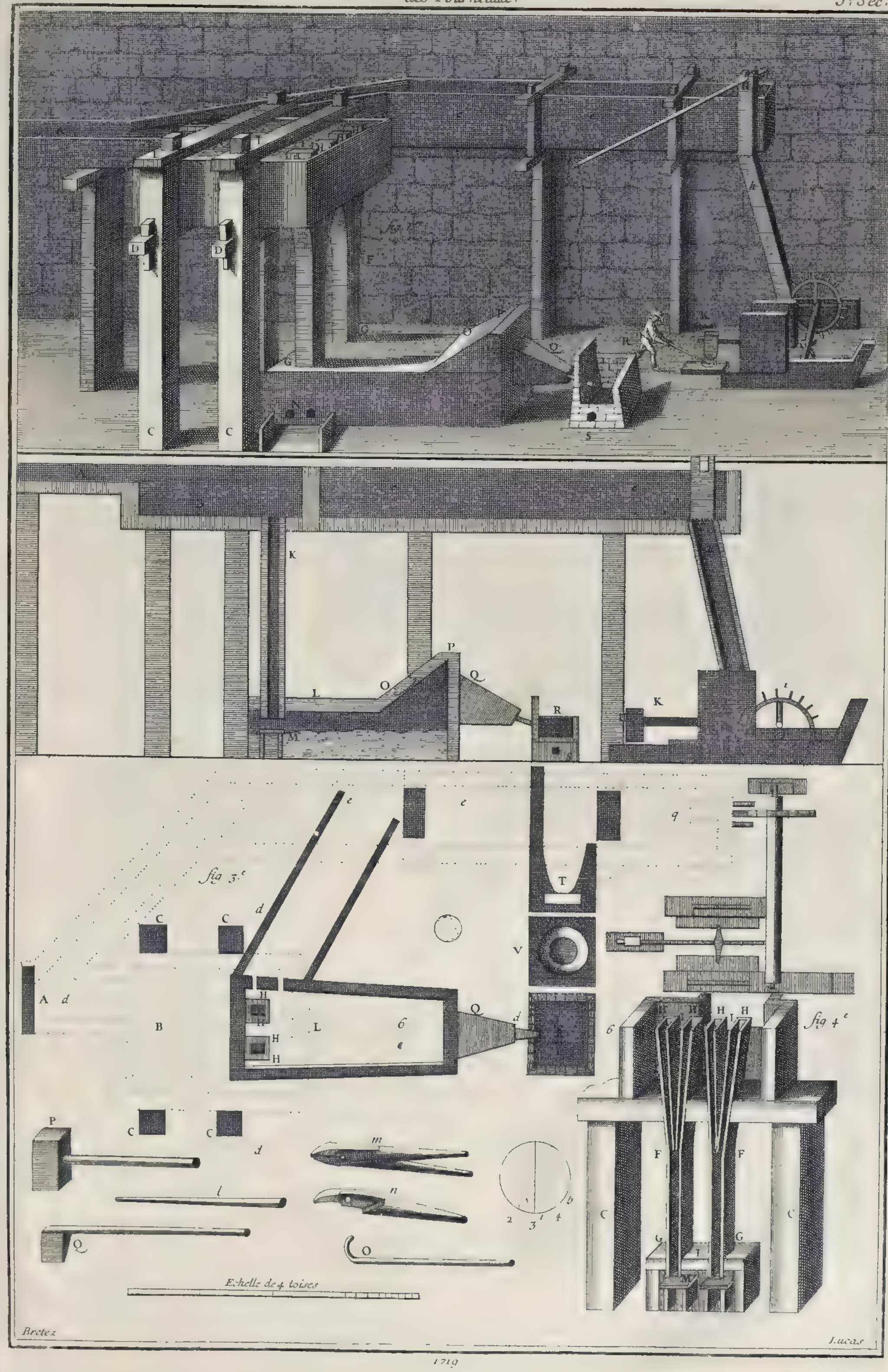
Lucas Sculp.

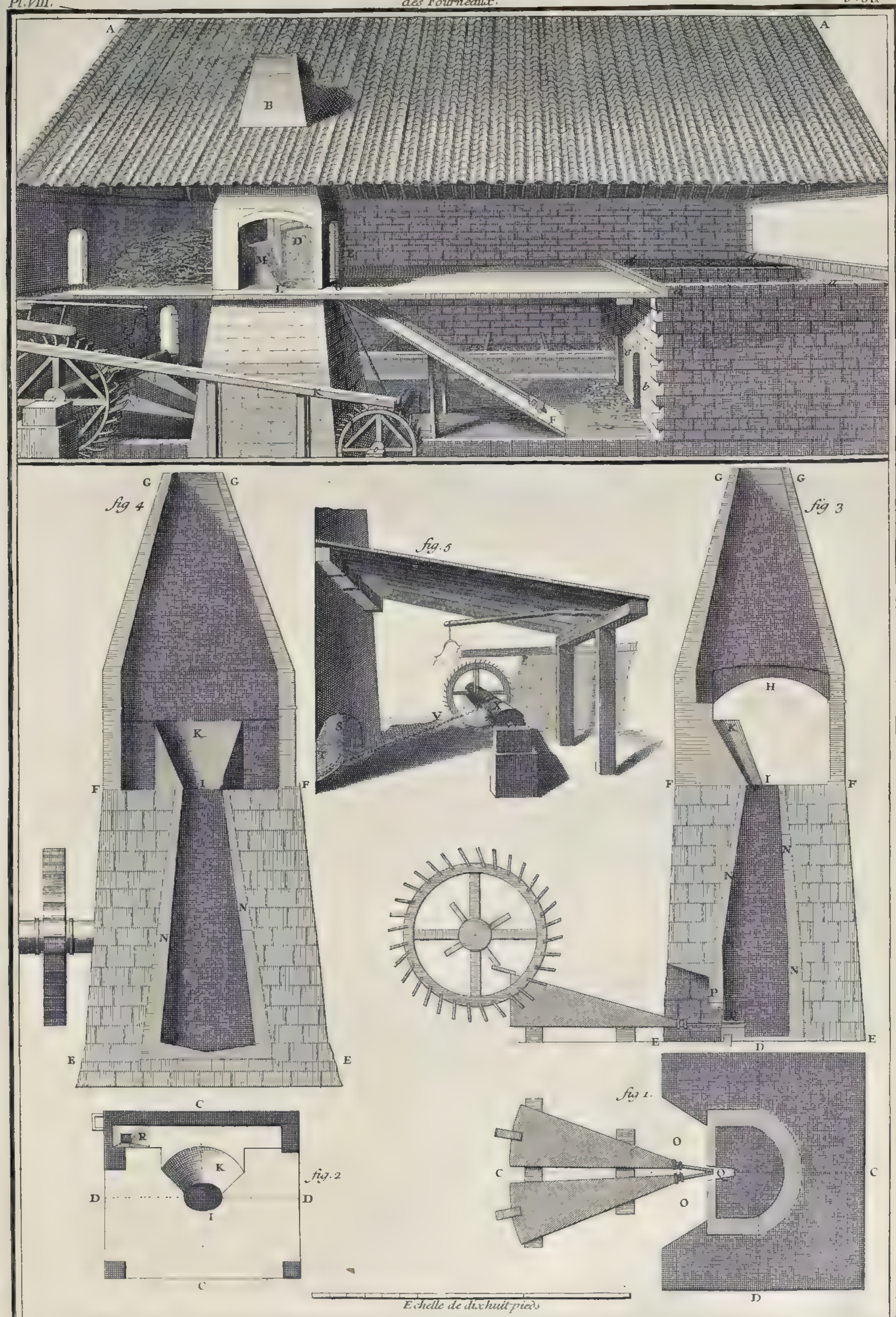


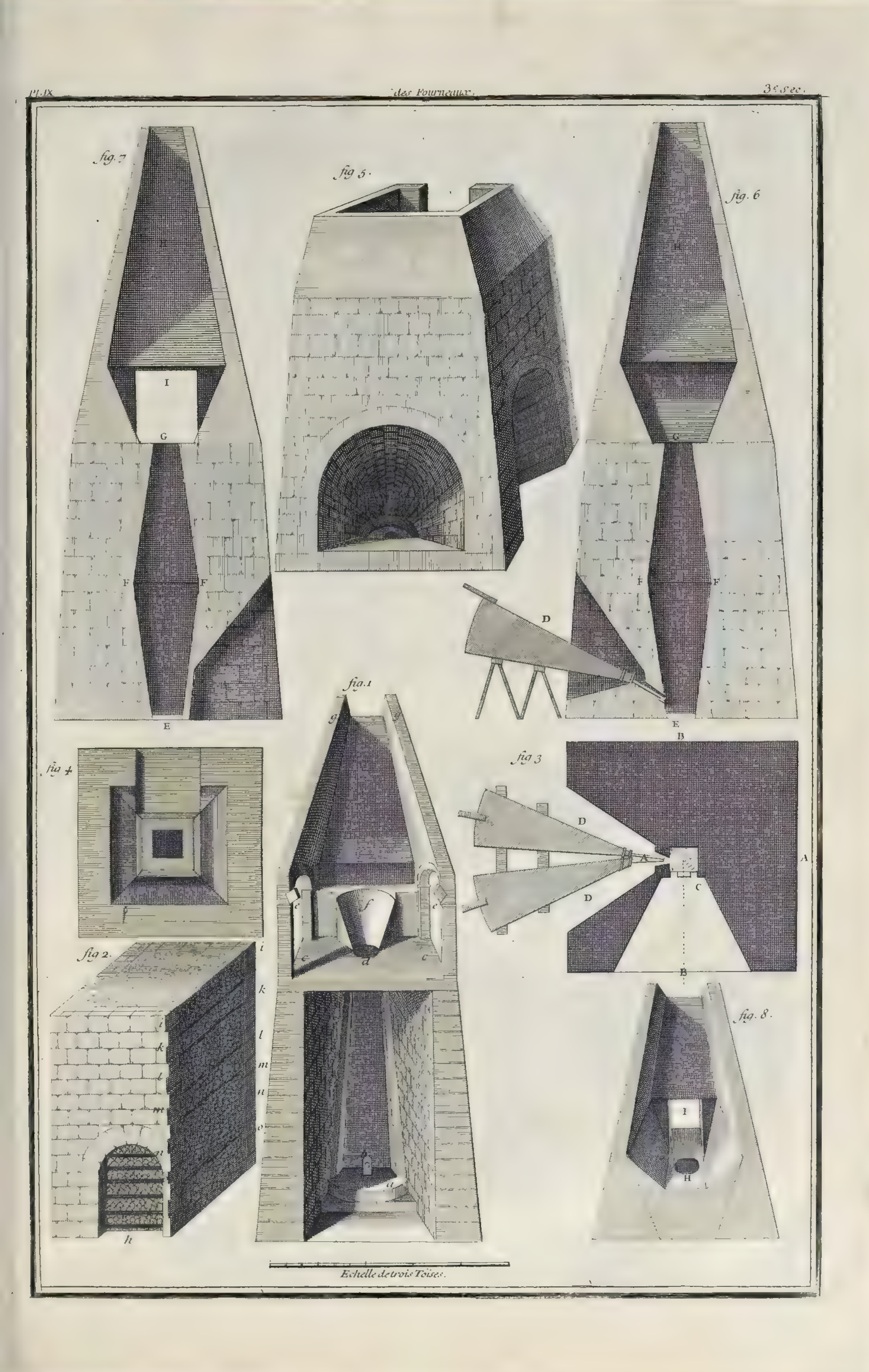
Chaufouries del. 1717 Lucas Sculp.



Lucas sculp.

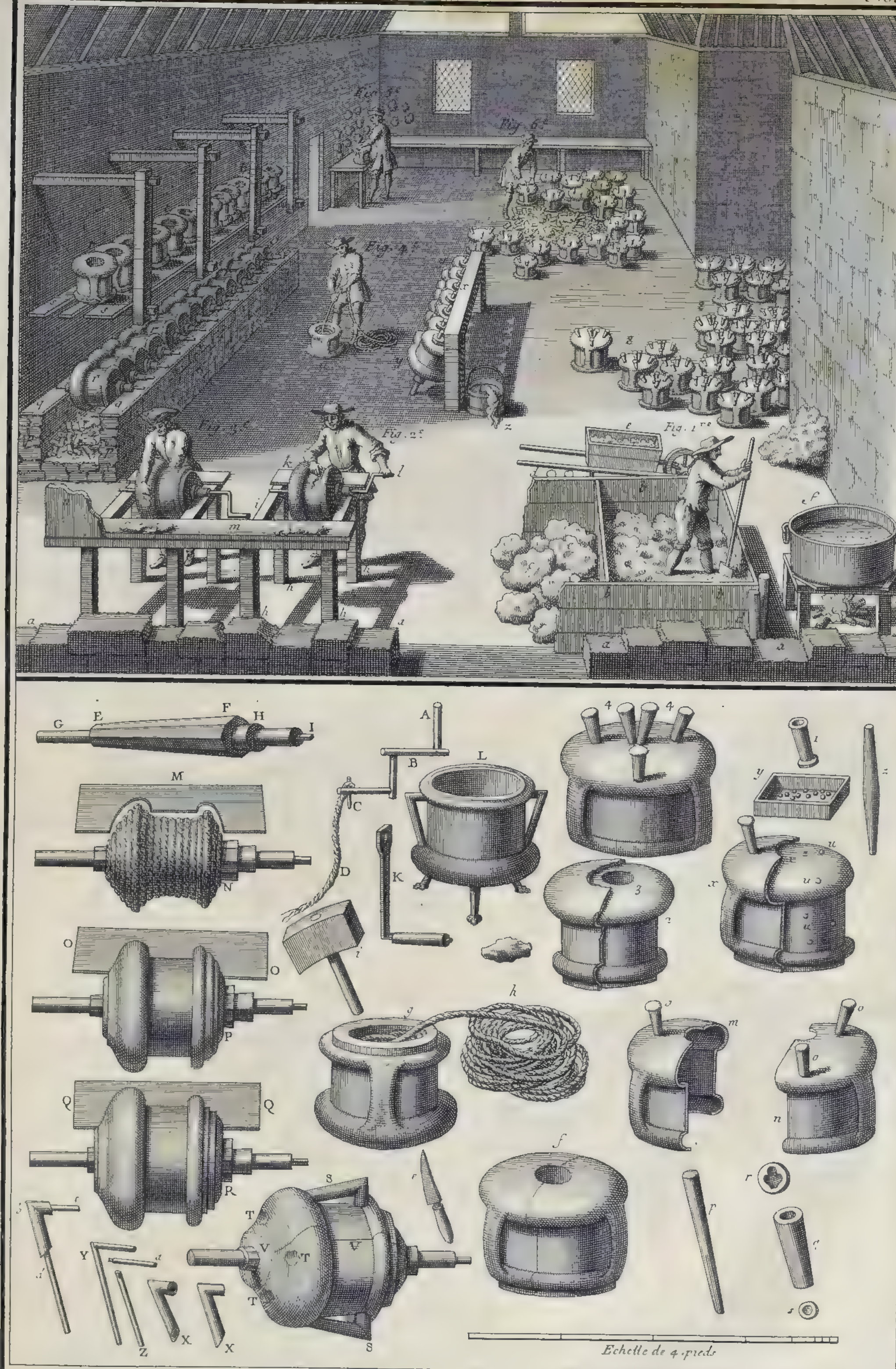

fig 3e.
fig 4e.
Echelle de 4 toises
Bretez
Lucas


fig 4
fig 3
fig. 5
fig 1.
fig. 2
Echelle de dix huit pieds



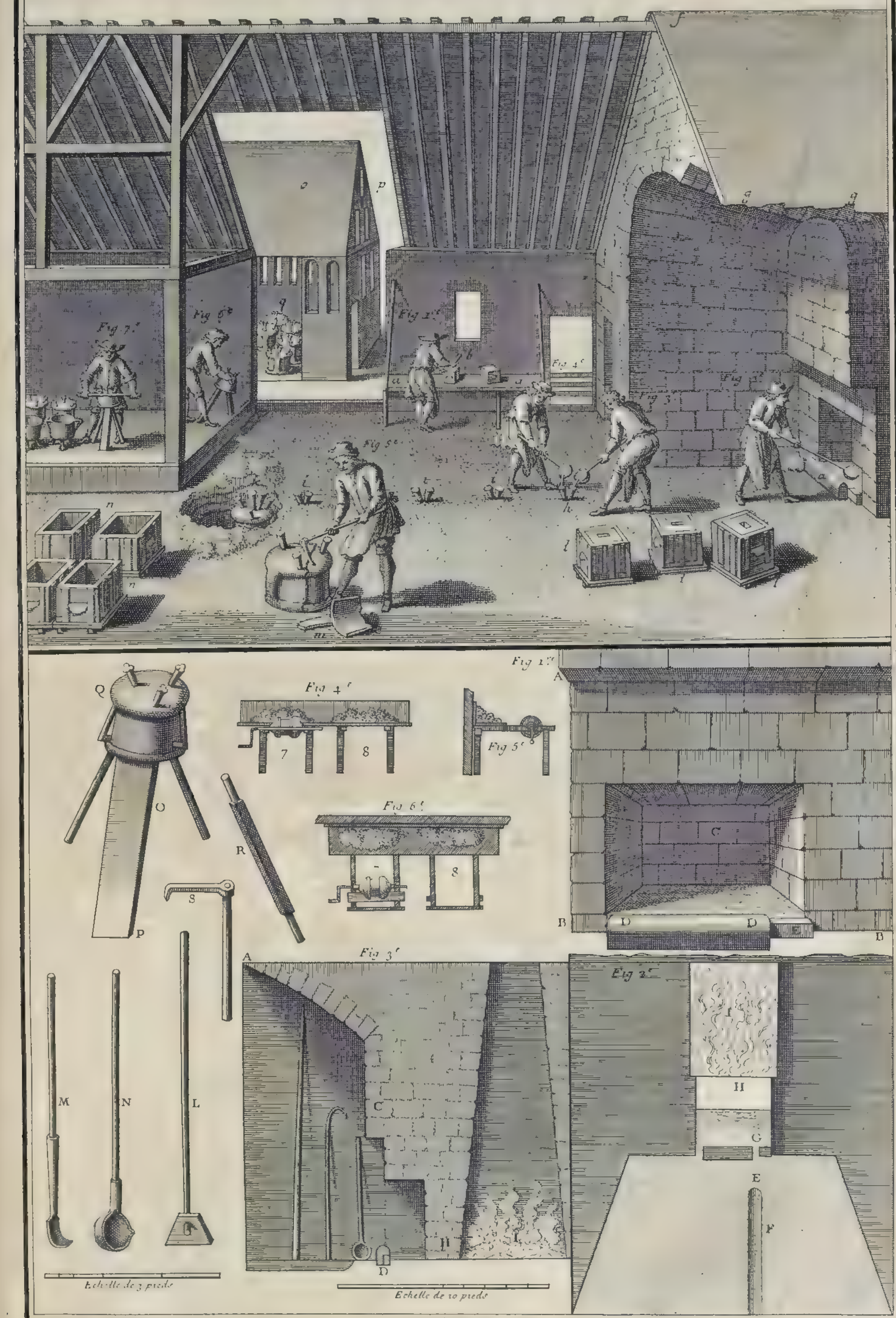
Echelle de trois Toises.





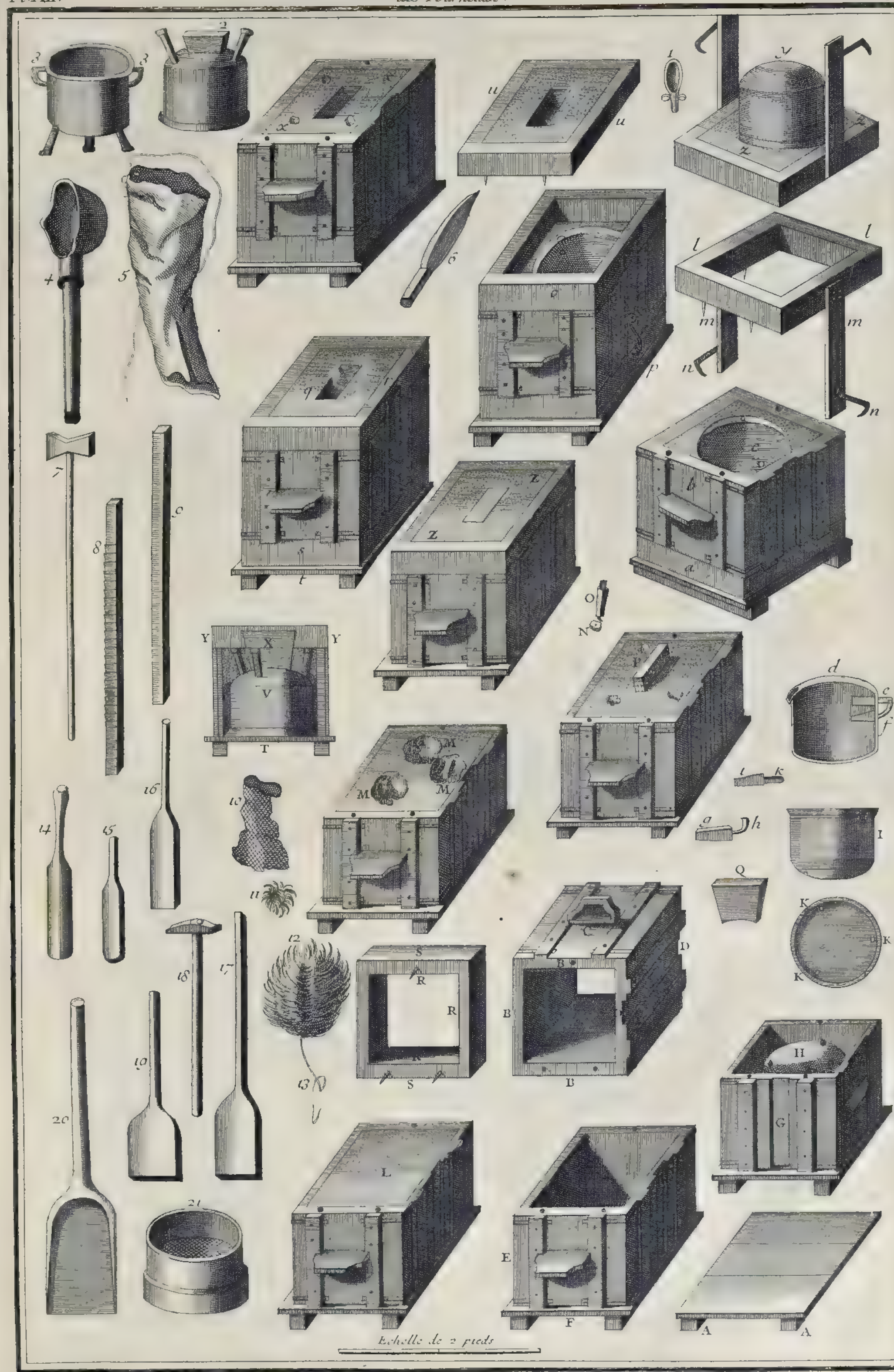
Dessiné par Bretez et Chaufourier

Gravé par Haussard 1719

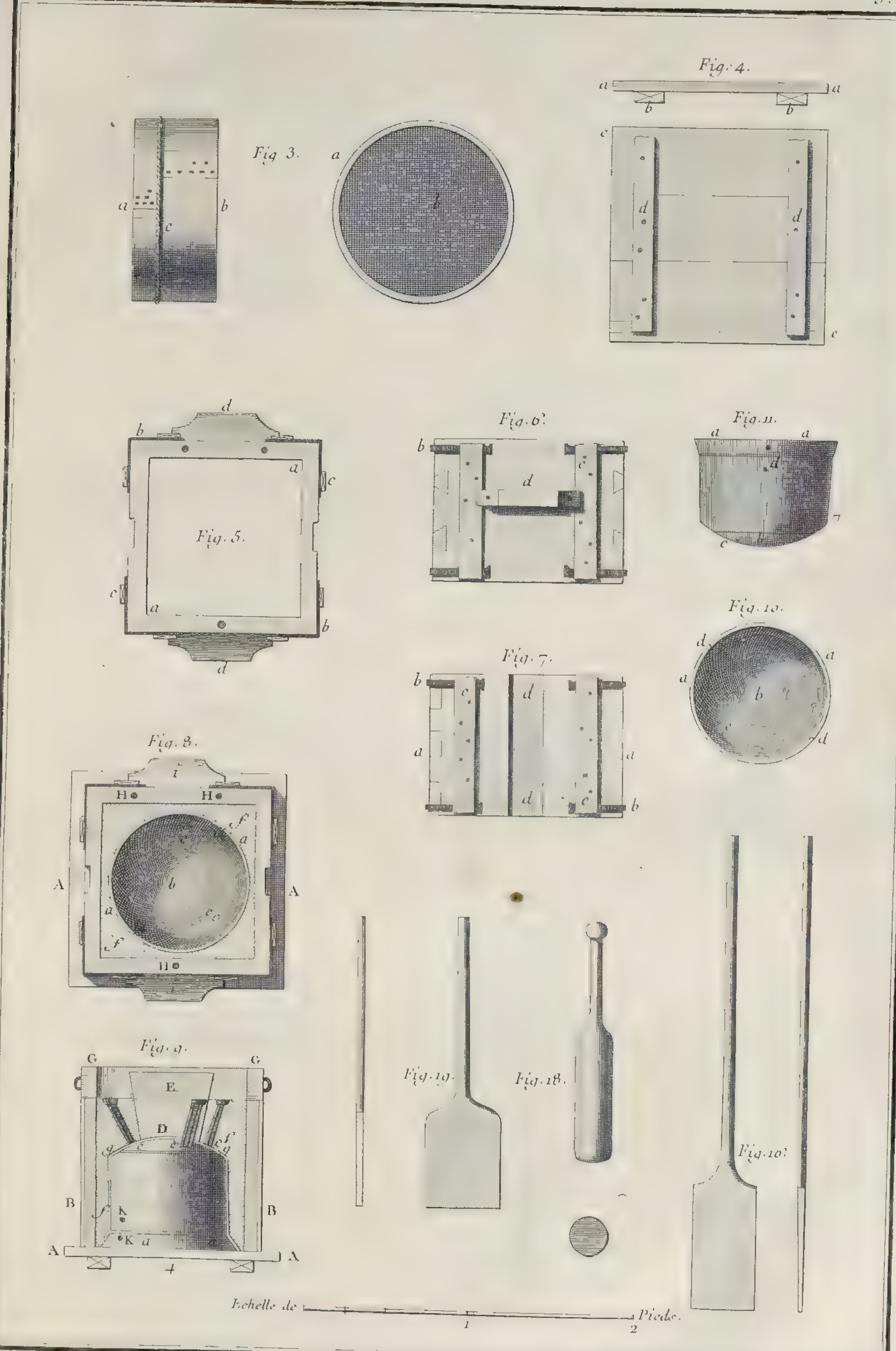


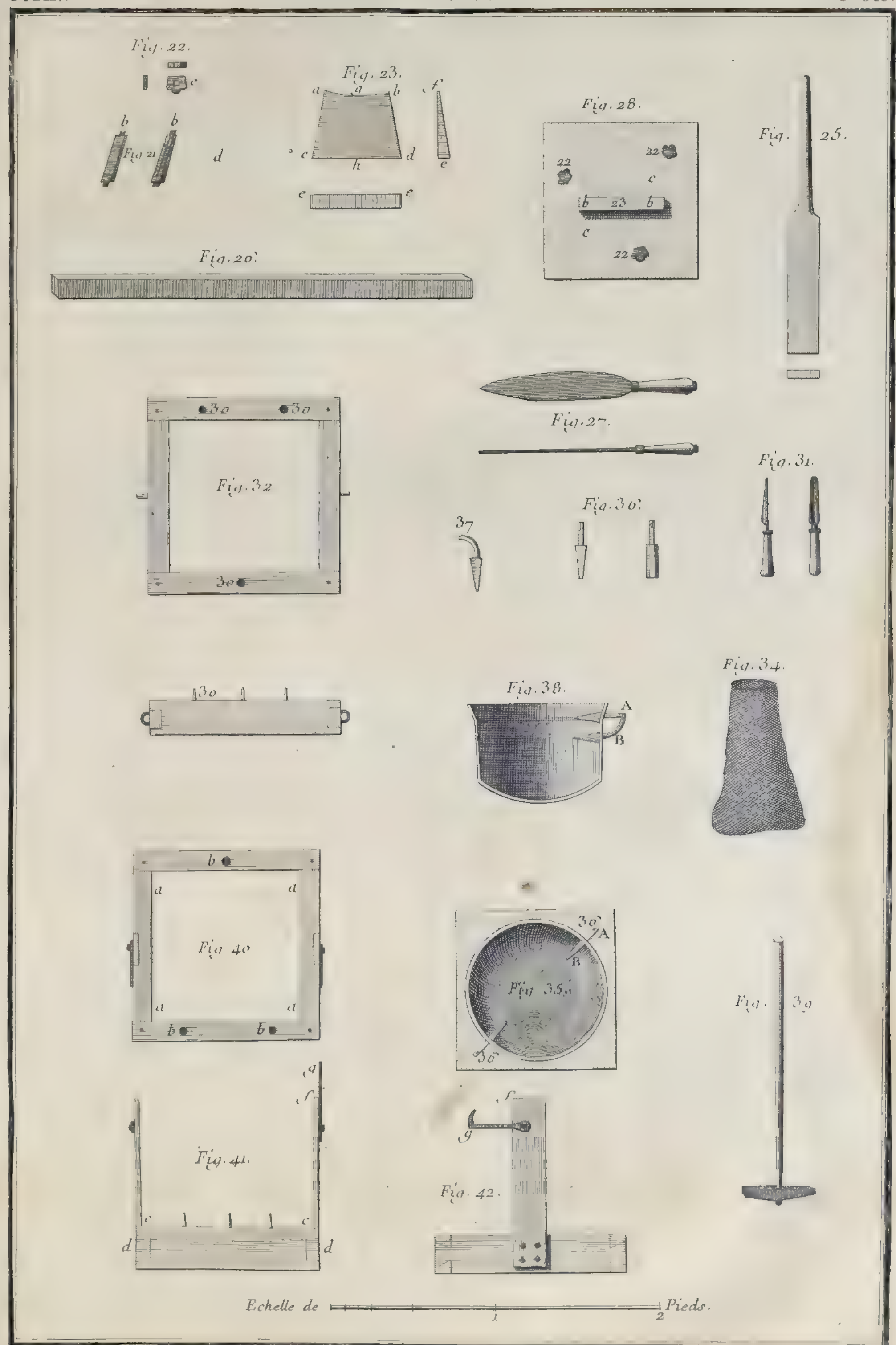
Dessiné par Bretez et Chaufourier

Gravé par Haussard

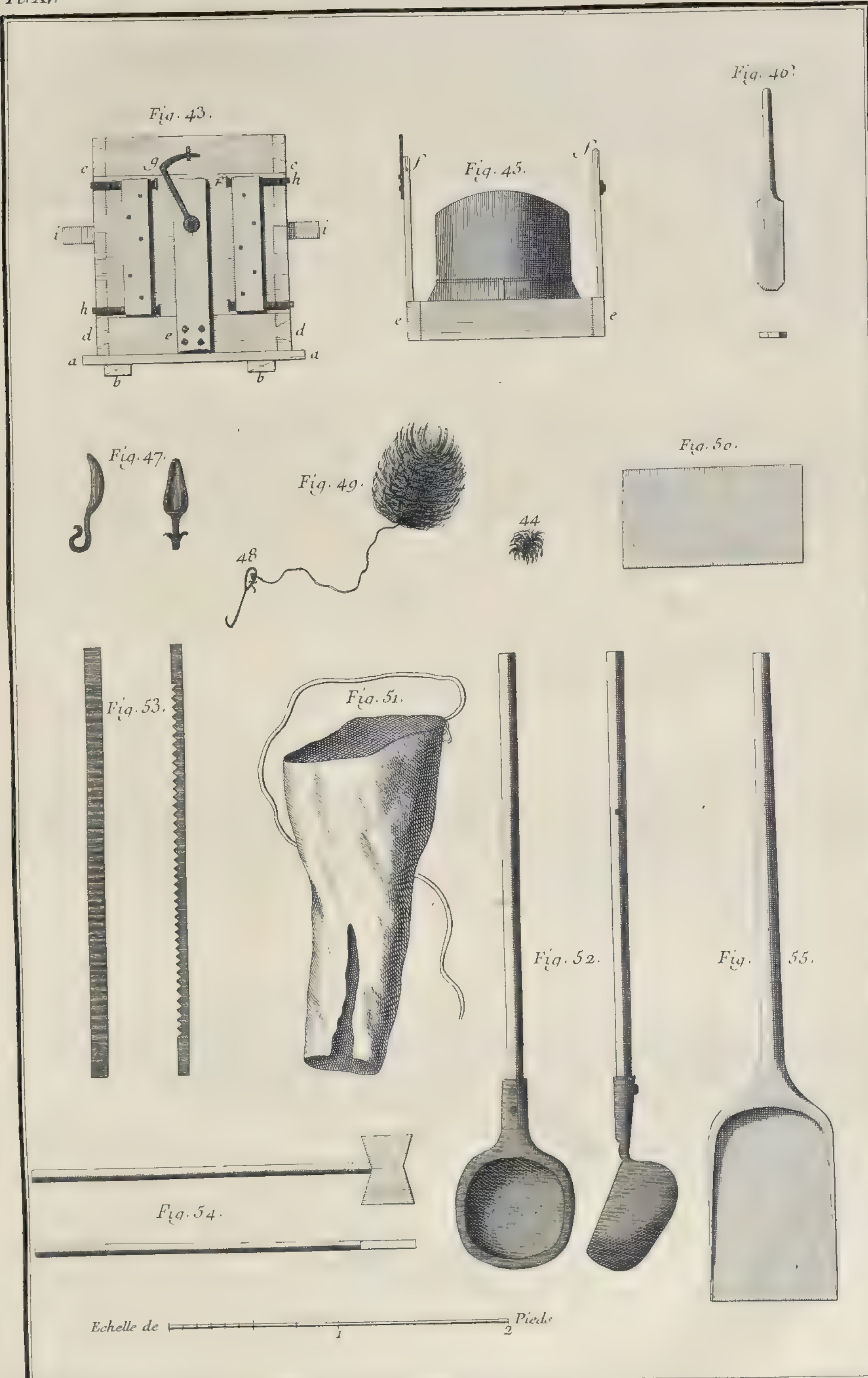


Echelle de 2 pieds

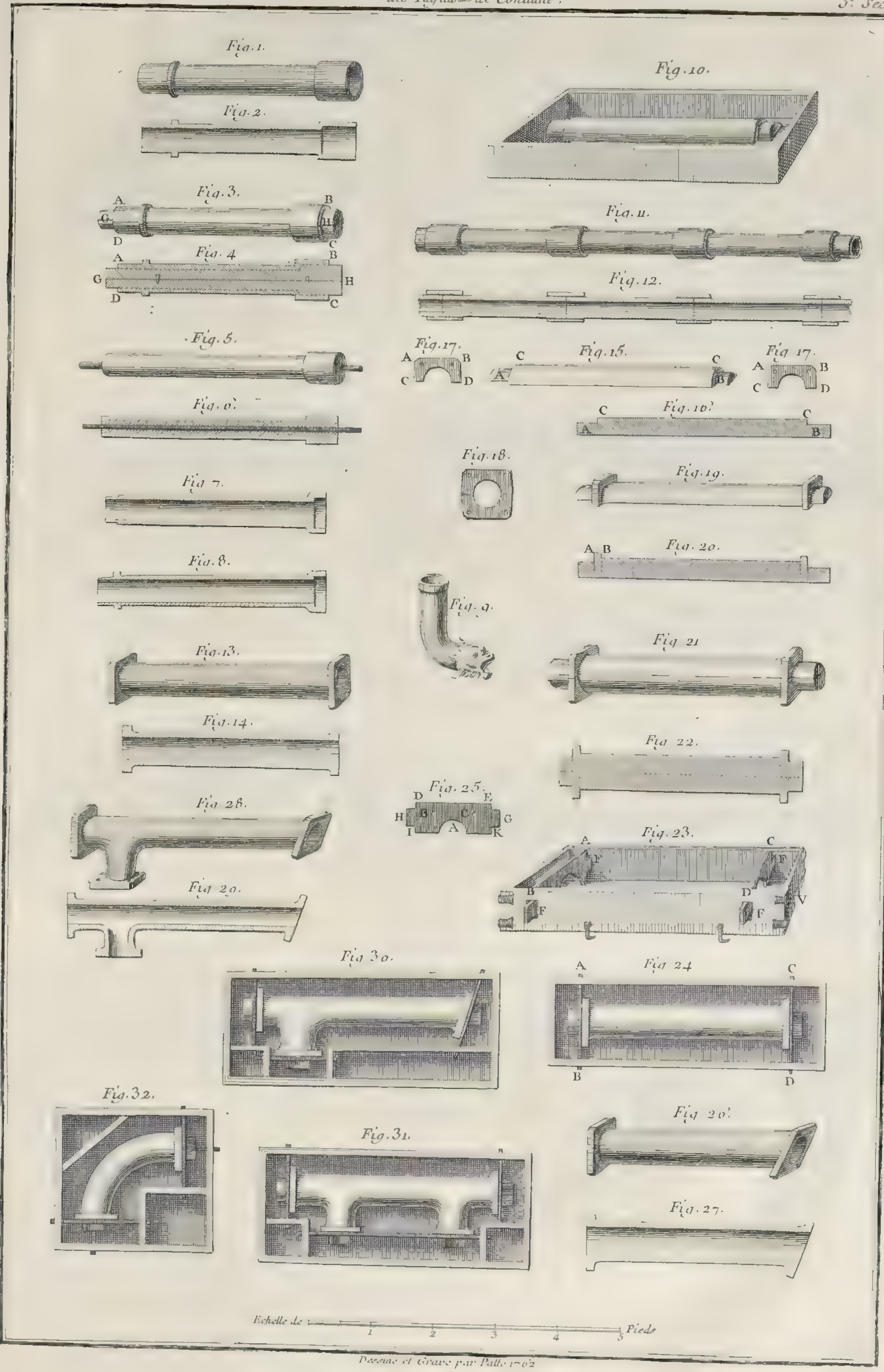

Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 11.
Fig. 10.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 19.
Fig. 18.
Fig. 10.
Echelle de Pieds.



Dessiné et Gravé par Patte en 1762



Dessiné et Gravé par Patte en 1762.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
A B G H D C
Fig. 4.
A B G H D C
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24
Fig. 25.
D E H B C G I A K
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Echelle de 1 2 3 4 5 Pieds

NOUVEL ART
D'ADOUCIR
LE FER FONDU,

ET

De faire des Ouvrages de Fer fondu aussi finis que de Fer forgé.

Par M. DE RÉAUMUR.

SUITE DE LA TROISIEME SECTION SUR LE FER.

M. DCC. LXII.

INTRODUCTION.

Par M. Duhamel du Monceau.

L'Art de faire le Fer n'eſt autre choſe que celui de tirer des Mines, & de raſſembler en une même maſſe ce métal qui, étant diſtribué en petites parties dans les entrailles de la terre, ſe trouve mêlé avec pluſieurs ſubſtances étrangeres, qui empêchent qu'on ne l'apperçoive ſous la forme métallique. C'eſt ce que M. le Marquis de Courtivron & M. Bouchu Correſpondant de l'Académie ont détaillé dans les trois Sections ſur le Fer; & ce travail eſt, pour ainſi dire, la baſe d'une infinité d'autres Arts, puiſqu'il leur fournit une matiere ſans laquelle ils ne pourroient point opérer. Il n'y a effectivement point d'Art, qui ne faſſe uſage de différents outils qui ſont faits avec le fer, ou qui n'emprunte le ſecours de machines auxquelles le Fer donne la principale ſolidité. Mais indépendamment de ces Arts où le Fer entre comme matiere ſubſidiaire, le Fer lui-même exige, pour qu'on en tire tant de ſecours, différentes préparations qui ſont autant d'Arts particuliers. Le régule une fois tiré de la mine, eſt une matiere encore brute & imparfaite, qui exige beaucoup de préparations, ſoit pour en faire des ouvrages de fonte, ſoit pour être miſe en état d'être traitée ſous le marteau, & enſuite coupée dans les fenderies, ou tirée dans les tréfileries, ou convertie en acier. Toutes ces opérations méritent d'être connues par d'autres que par ceux qui ont le ſoin des fourneaux & des forges, par des gens qui ſoient plus en état de méditer & d'imaginer des expériences qui faſſent appercevoir des moyens d'opérer plus promptement & plus ſûrement, pour faire des Fers qui ſoient propres à différents ouvrages. Le travail de M. de Réaumur ſur le Fer fondu, que l'Académie juge à propos de faire imprimer, eſt une preuve de ce que je dis. Il y a long-temps qu'on jette en moule des ouvrages de Fer fondu; mais par un travail immenſe, M. de Réaumur eſt parvenu à rendre cette fonte moins aigre, & aſſez approchante de la malléabilité du Fer forgé. Il eſt vrai que ce Traité paſſe un peu le but que s'eſt propoſé l'Académie, en entreprenant l'Hiſtoire des Arts qu'elle publie. Elle a bien apperçu qu'il n'y avoit preſque aucun Art qui ne pût être perfectionné, & combien il ſeroit utile de leur procurer ce qui leur manque; mais elle a ſenti, en même-temps, qu'en entreprenant ce travail, un ſeul Art pourroit occuper un Académicien pendant toute ſa vie. Elle a donc jugé plus convenable de commencer par décrire les Arts tels qu'ils ſont, ſauf à eſſayer dans la ſuite de les conduire à un plus haut dégré de perfection. Mais en formant ce plan, l'Académie n'a pas prétendu s'interdire la liberté d'indiquer dans l'Hiſtoire de ces Arts, les routes qu'on pourroit ſuivre pour les perfectionner, ni cacher les découvertes qui auront déja été faites; ce qui fait voir qu'elle ne s'écarte point de ſon plan en publiant un ouvrage ſur l'adouciſſe-

ment du Fer fondu, qui s'est trouvé dans les papiers de M. de Réaumur : elle désireroit même être dans le même cas à l'égard de beaucoup d'autres Arts.

Par ce qui a été dit à la fin de la troisieme Section, on a vû qu'en faisant couler un métal rendu fluide dans des moules préparés pour le recevoir, on lui fait prendre, à peu de frais, des formes qu'on ne pourroit lui donner par d'autres moyens, qu'avec des dépenses considérables. On a vû avec quelle promptitude on jette en moule des marmites, qui coûteroient presque autant que celles d'argent, si on vouloit les faire en fer forgé de la même épaisseur, & aussi régulierement contournées que celles que l'on moule.

Les Ouvriers qu'on nomme *Fondeurs*, lorsqu'il s'agit du cuivre, de l'argent, de l'étain, &c. se nomment *Mouleurs*, quand il est question du Fer. Cette différente dénomination n'en établit point dans le travail : les uns & les autres font des moules en creux qu'ils remplissent de métal. On fait des moules, ou avec du métal, comme font les coquilles qui servent à faire les boulets ; ou bien on forme ces moules avec du sable ou de la terre, comme on l'a vû à la fin de la troisieme Section. Quand il n'est question que de pieces plates qui n'ont des ornements que d'un côté, comme les contre-cœurs des cheminées, les plaques qui forment les poëles quarrés, les chenets de cuisine, &c. on a un modele de bois parfaitement semblable, & égal à la piece qu'on veut couler en Fer : ainsi le Sculpteur forme en bois tous les ornements qui doivent être sur le contre-cœur qu'on veut fondre. On imprime ce modele dans du sable fin qu'on a humecté & battu ; on retire doucement le modele sculpté ; le creux du sable est le moule où on doit couler la fonte ; on ménage ensuite un petit canal, depuis la gueuze jusqu'à ce moule, afin qu'en coulant la gueuze le métal se rende dans le moule de la piece que l'on veut faire.

Des moules aussi simples ne peuvent convenir pour les pieces creuses, & pour celles qui sont terminées de tous côtés par des surfaces convexes ou concaves. Il faut que tout ce qui est solide dans la piece se trouve en creux dans le sable, & entouré de sable de tous côtés ; desorte que, pour faire un moule, il faut former un vuide semblable au solide de la piece, qui doit être renfermée de sable de tous côtés, excepté à l'endroit du jet par où on coule le métal, & à quelques autres endroits où l'on ménage des ouvertures pour laisser échapper l'air.

Il y a presque autant de manieres de s'y prendre pour former les moules, qu'on a de pieces différentes à mouler ; il ne nous seroit pas possible d'entrer dans les détails : ainsi nous nous contenterons de ce qui a été dit à la fin de la troisieme Section, sur la façon de mouler les marmites & les tuyaux de conduite, soit en sable, soit en terre, d'autant que ces exemples suffisent pour l'intelligence des Mémoires de M. de Réaumur. Ce qu'il est important de sçavoir c'est que la fonte de Fer étant très-aigre, on ne peut redresser au marteau les ouvrages de Fer fondu ; le foret ni la lime ne peuvent point mordre dessus. M. de Réaumur s'est proposé de corriger ces défauts, & d'adoucir assez cette fonte de Fer, pour la rendre traitable au foret, à la lime & même un peu au marteau.

Il a publié en 1722, un Ouvrage qui a été bien reçu du Public, quoiqu'il n'eût

n'eût pas, à beaucoup près, épuisé la matiere, & que ce Traité ne fût qu'une ébauche en comparaison des Mémoires que nous publions aujourd'hui, dans lesquels on trouvera des procédés nouveaux plus sûrs & plus applicables à la pratique, que ceux qui sont rapportés dans son premier Ouvrage. Nous avons cru que ce travail immense qui s'est trouvé en bon ordre dans les Papiers de M. de Réaumur, ne pourroit être mieux placé qu'à la suite des détails sur la façon de mouler en sable & en terre, qui se trouvent à la fin de la troisieme Section que M. le Marquis de Courtivron & M. Bouchu viennent de publier.

L'utilité des recherches de M. de Réaumur tourneroit peu à l'avantage du Public, si elles ne nous conduisoient qu'à faire des ouvrages de grand prix, tels que les palastres de serrures, les bras de cheminée, & les lustres, qu'on a vû sortir de la Manufacture de Cône. Dans ces ouvrages, le brillant que prend l'acier poli, le beau bleu qu'il acquiert par le recuit, la couleur d'eau qu'on lui donne avec la pierre de sanguine, étant relevés par des filets d'or faisoient un effet admirable. Mais le cuivre doré d'or moulu, moins brillant à la vérité, a l'avantage d'être plus aisé à travailler, & de ne point craindre la rouille. De plus, quand ces pieces ont perdu leur mérite par un long service, on peut en retirer l'or, & mettre le reste à la fonte, pour en faire de nouveaux ouvrages, au lieu que ceux de Fer deviennent de la féraille de nulle valeur. D'ailleurs, ces beaux ouvrages de fer fondu qui coûtoient beaucoup moins que s'ils avoient été faits avec du fer forgé, étoient cependant plus chers que ceux de bronze. Mais en laissant à part ces ouvrages très-finis, qui ont été une des principales causes de la décadence de la Manufacture de Cône, on apperçoit qu'on peut tirer un grand avantage du travail de M. de Réaumur, en l'appliquant à des ouvrages moins recherchés. Après tout, le travail de M. de Réaumur est une suite d'expériences exactement faites qu'il faut conserver à la postérité.

Le volume qui a été publié par M. de Réaumur, indique comment on peut adoucir la fonte de fer, en enfermant les ouvrages dans des especes de creusets remplis d'une composition de poudre d'os calcinés & de poussiere de charbon. Ces procédés qu'il avoit déja publiés, sont rapportés dans les Mémoires que nous faisons imprimer; mais de plus, M. de Réaumur est parvenu à adoucir la fonte, en couvrant les ouvrages, tirés du moule, d'un enduit fait avec des substances capables de produire cet adoucissement. Ayant jugé ensuite qu'il pouvoit adoucir les ouvrages de fer fondu, en faisant passer le métal en fusion dans des creusets capables, par leur composition, d'adoucir la fonte, ou en fondant le métal avec des substances propres à l'adoucir, le succès a été meilleur & plus certain. Enfin, il a fait ses moules, avec les mêmes substances, qu'il avoit reconnues propres à adoucir la fonte de fer, & il a recuit les pieces fondues dans les moules mêmes où elles avoient été coulées, ce qui a simplifié l'opération & beaucoup assuré la réussite. On trouvera encore dans ces Mémoires plusieurs détails curieux & utiles, sur la façon de jetter en fonte des ouvrages délicats ou qui exigent beaucoup de précision.

Le nouvel Art d'adoucir la Fonte de Fer que l'Académie donne aujourd'hui

au Public, eſt diviſé en trois Parties. La premiere contient cinq Mémoires. Le premier traite des différentes eſpeces de fonte de fer, & à quoi il a tenu qu'on n'ait fait juſqu'à ce jour, en fer fondu, beaucoup d'ouvrages qu'on fait de Fer forgé; avec une idée des différentes manieres dont le fer fondu peut être adouci. Il s'agit dans le ſecond Mémoire des différentes manieres de fondre le Fer, quelles attentions il faut avoir pour jetter en moule le Fer fondu, & pour retirer les ouvrages des moules. On trouve dans le troiſieme Mémoire des eſſais de différentes matieres pour adoucir le Fer; & on indique celles que ces eſſais ont montré y être les plus propres. On décrit dans le quatrieme Mémoire, les fourneaux propres à adoucir le Fer fondu. Le cinquieme Mémoire qui termine la premiere Partie, expoſe les précautions avec leſquelles on doit recuire les ouvrages de fer fondu, & les changements que les différents dégrés d'adouciſſement produiſent dans ces Fers; enfin, comment on pourroit redonner aux ouvrages de Fer fondu la dureté qu'on leur a ôtée.

La ſeconde Partie contient quatre Mémoires. Dans le premier, on fait connoître comment on peut adoucir les ouvrages de Fer fondu, ſans les renfermer dans des creuſets : on donne deux manieres de procurer cet adouciſſement; on explique les avantages de ces deux manieres d'adoucir, & le grand jour qu'elles donnent ſur les cauſes de l'adouciſſement. Le ſecond Mémoire, indique les différents enduits qu'on peut donner aux ouvrages de Fer fondu. On trouve dans le troiſieme les différentes manieres de recuire les ouvrages enduits; avec la deſcription d'un nouveau fourneau qui y eſt très-propre. Le quatrieme & dernier Mémoire de cette ſeconde Partie, eſt deſtiné aux attentions qu'il faut avoir pour empêcher les ouvrages de ſe voiler dans le recuit; & la maniere de redreſſer ceux qui ſont voilés.

La troiſieme Partie contient neuf Mémoires. On rapporte dans le premier, les tentatives qu'on a faites pour adoucir la fonte en fuſion, & pour conſerver douce pendant la fuſion celle qui a été miſe toute adoucie dans le creuſet. On traite dans le ſecond Mémoire du choix des fontes propres à être coulées douces; on fait voir que cette propriété eſt naturelle à quelques-unes; qu'on peut par cet Art la donner à d'autres, & qu'il y en a qui ne ſont preſque pas ſuſceptibles d'être adoucies. On voit dans le troiſieme, que les fontes coulées douces, ſuivant les procédés des Mémoires précédents, ont quelquefois le défaut d'être trop griſes; & l'on rapporte les moyens de corriger ce défaut. Le quatrieme Mémoire traite des précautions eſſentielles, pour jetter en moule la fonte douce : on fait voir que la fonte blanche eſt trempée, & que certaines fontes ont plus de diſpoſition que d'autres à prendre la trempe. Il s'agit dans le cinquieme Mémoire, des chaſſis de Fer propres aux différentes eſpeces de moules : comment on peut empêcher qu'il ne ſe forme des toiles épaiſſes dans les moules, & comment on tient enſemble les deux moitiés dont le moule eſt compoſé. On explique dans le ſixieme Mémoire, comment doivent être faits les fourneaux propres à chauffer & recuire les moules de ſable, & comment il faut recuire ceux de terre. Dans le ſeptieme Mémoire, on donne les

moyens de ménager les ſables à mouler; de raccommoder les ſables dont on s'eſt ſervi ; de les rendre bons dans les pays où le terrein n'en donne pas naturellement tels qu'on les deſire ; enfin, des matieres dont on peut faire les moules où la matiere a plus de diſpoſition à devenir douce, que dans les moules ordinaires de ſable, de terre ou de métal. Dans le huitieme Mémoire, on détaille les procédés qu'on doit ſuivre, depuis que les moules ont été mis en recuits, juſqu'à ce que les ouvrages fondus en ſoient retirés ; avec la maniere de recuire les ouvrages dans les moules même. Dans le neuvieme, on parcourt les différents ouvrages qui peuvent être faits de Fer fondu ; & on avertit des précautions, avec leſquelles quelques-uns veulent être jettés en moule, & recuits; de plus, on fait connoître quels ſont les ouvrages qui ne doivent pas être faits de cette fonte de Fer, & comment on peut rétablir les ouvrages où quelques parties ont manqué à la fonte.



TABLE DES MÉMOIRES

Contenus dans le nouvel Art d'adoucir le Fer fondu.

INTRODUCTION, page iij

PREMIERE PARTIE.

Où l'on donne les caracteres des différentes fontes, les différentes manieres de les jetter en moule, & où l'on enseigne à adoucir les ouvrages qui sont sortis intraitables des moules, en les faisant recuire dans des capacités où la flamme ne sçauroit pénétrer, 1

Premier Mémoire, ibid.

Second Mémoire, 7

Troisieme Mémoire, 21

Quatrieme Mémoire, 28

Cinquieme Mémoire, 36

SECONDE PARTIE.

Qui apprend à adoucir le Fer fondu, en couvrant les ouvrages avec un simple enduit; la composition de ces enduits; différentes manieres de recuire ces ouvrages; précautions pour que les ouvrages ne se voilent point, 44

Premier Mémoire, ibid.

Second Mémoire, 52

Troisieme Mémoire, 57

Quatrieme Mémoire, 60

TROISIEME PARTIE.

Qui apprend à jetter en moule des ouvrages de fonte qui en sortiront doux, au point de pouvoir être limés & réparés sans avoir besoin d'être recuits; & ce qu'on doit attendre des ouvrages faits d'Acier ou de Fer forgé fondus, 63

Premier Mémoire, ibid.

Second Mémoire, 71

Troisieme Mémoire, 75

Quatrieme Mémoire, 80

Cinquieme Mémoire, 86

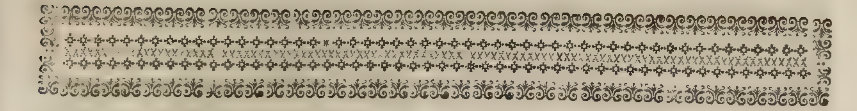
Sixieme Mémoire, 91

Septieme Mémoire, 98

Huitieme Mémoire, 105

Neuvieme Mémoire, 111

Fin de la Table des Mémoires.



NOUVEL ART
D'ADOUCIR LE FER FONDU,
Et de faire des Ouvrages de Fer fondu aussi finis que de Fer forgé.

Par M. DE RÉAUMUR.

ADDITION A LA TROISIEME SECTION SUR LE FER.

PREMIERE PARTIE.

Où l'on donne les caracteres des différentes fontes, les différentes manieres de les jetter en moule, & où l'on enseigne à adoucir les Ouvrages qui sont sortis intraitables des moules, en les faisant recuire dans des capacités où la flamme ne sçauroit pénétrer.

PREMIER MÉMOIRE.

Des différentes especes de fontes de Fer, ou de Fer fondu : & à quoi il a tenu qu'on n'ait fait jusques ici quantité d'Ouvrages de Fer fondu, qu'on fait de Fer forgé. Idée des différentes manieres dont le Fer fondu peut être adouci.

LE caractere le plus sensible, qui distingue les métaux des minéraux & des pierres, c'est de se laisser étendre sous le marteau, d'être malléables. Mais dès que le fer a acquis cette propriété, dès qu'il a pris, pour ainsi dire, le principal caractere métallique, il differe des autres métaux, en ce qu'il n'est pas fusible par la force du feu de nos fourneaux. Tout fer forgé, tout fer en barres, peut au plus être réduit en une sorte de pâte assez molle, pour tomber par gouttes : & c'est ce qu'on nomme du *fer chauffé fondant* ; mais il ne peut plus être rendu liquide, comme le peuvent être l'or & l'argent, le cuivre, l'étain & le plomb. On parvient pourtant à le mettre en fusion ; mais c'est en lui donnant des fondants qui le ramenent en quelque sorte à son premier état, à celui où il étoit immédiatement après avoir été tiré de la mine : ainsi refondu, il perd sa malléabilité & sa souplesse ; il redevient aussi dur & aussi cassant qu'il l'étoit avant d'avoir été affiné : la plûpart même des fondants le rendent très-spongieux.

Pour faire des ouvrages de fer forgé en barres, on est donc contraint de travailler le métal au marteau, à la lime, au ciseau, au burin, ou avec d'autres outils semblables : & si on en excepte le travail au marteau, c'est presque toujours à froid qu'on le façonne avec ces outils. Or, comme alors il est bien plus dur, que lorsqu'il est chaud, on n'en peut faire des pieces qui aient des ornements recherchés & finis, qu'avec un temps considérable. Il y a telle clef qui a occupé, pendant plusieurs mois, un Ouvrier habile. Quand les pieces sont grosses, la difficulté augmente encore par une autre considéra-

tion, on commence par forger une maſſe de fer, compoſée de pluſieurs barres, d'où on puiſſe, comme d'un bloc de marbre, tirer la figure dont on a le deſſein ou le modele. Cette maſſe faite de diverſes barres ſoudées les unes contre les autres, n'eſt pas toujours d'une tiſſure, d'une ſolidité auſſi uniforme que le bloc de marbre, auquel nous venons de la comparer; ſouvent il reſte dans l'intérieur des fentes, des crevaſſes, des endroits mal réunis; & quelquefois on ne parvient à découvrir ces endroits défectueux, qu'après avoir emporté bien du métal avec le ciſeau: il n'eſt que trop ordinaire que de pareils défauts rendent inutile un long travail. On eſt obligé d'abandonner la piece, pour en forger une nouvelle, avec le même riſque; c'eſt ce que les Ouvriers appellent faire un *pâté*: & il leur arrive quelquefois de faire deux ou trois de ces mauvais pâtés, avant de parvenir à une maſſe de fer qui mérite d'être employée. Mais le prix de ces ſortes d'ouvrages; peut encore mieux mettre au fait du temps qu'ils demandent. Les Curieux de fer bien travaillé, connoiſſent à Paris le Marteau, ou en terme de Serrurier, la Boucle de la Porte-Cochere de l'Hôtel de la Ferté, rue de Richelieu. Il a coûté ſept cents livres dans une année, où tout étoit à ſa commune valeur. On paie quelquefois plus cher des gardes d'épée bien ciſelées, qu'on nomme, par honneur, *des gardes d'acier*; quoiqu'elles ne ſoient, pour l'ordinaire, que de ſimple fer: mais ici, ce n'eſt pas la matiere qui enchérit l'ouvrage. A la vérité, ceux de fer de ce prix exceſſif ne ſont pas communs; il ſeroit même dommage qu'on les multipliât juſqu'à un certain point; ce ſont choſes dont on peut fort bien ſe paſſer, & qui conſomment trop de temps, qui peut être mieux employé. Mais il ſeroit agréable qu'on les pût faire à juſte prix, & il ſeroit avantageux, ſur-tout pour la décoration des grands Edifices, & des Maiſons des particuliers, qu'on pût faire, à bon marché, de beaux ouvrages de ce métal. Les Balcons, les Grilles, les Portes grillées, les Rampes d'eſcalier, ne ſont pour l'ordinaire que d'un travail médiocre; on n'y met rien de bien limé, de recherché, de poli; ou ſi on y veut quelque choſe de tel, on eſt forcé d'abandonner le fer; on lui ſubſtitue le cuivre, qui, quoique plus cher, revient à beaucoup moins étant mis en œuvre: ce qu'il y a en fer dans ces grands ouvrages, ne ſont guere que des barres ou des lames roulées ou contournées, & au plus quelques ornemens de tole emboutie, toujours longs à finir, & rarement aſſez bien aſſemblés, pour être regardés de près. A peine peut-on citer dans le Royaume quelques grands morceaux de fer maſſif bien travaillés, telles que ſont les fameuſes Portes du Château de Maiſon, près Poiſſy; ce ſont de magnifiques ouvrages: mais il n'y a guere que des Souverains, ou que ceux qui gouvernent leurs finances, qui puiſſent faire exécuter quelque choſe de pareil. On aſſure que ces Portes, qui ne conſiſtent qu'en trois battants, ont été autrefois payées ſoixante-neuf mille écus; à combien reviendroient-elles aujourd'hui! Enfin; on n'oſe entreprendre de grands & beaux ouvrages de fer forgé, à cauſe des ſommes exceſſives qu'ils coûteroient.

Le prix des ouvrages de cuivre, & même de ceux d'or & d'argent, eſt conſidérablement diminué, par la facilité qu'on a de les jetter en moule, & de les réparer quand ils en ſont ſortis: ſans cette facilité, nous n'aurions point ces ſuperbes Statues, ces morceaux de bronze recherchés, & une infinité d'ouvrages de cuivre plus communs, mais plus néceſſaires. A la vérité, le fer avant d'être parvenu à l'état de fer forgé, le fer tel qu'il a été tiré de la mine; en un mot, le fer qu'on appelle *fonte de fer*, ſe coule en moule; nous devons à cette maniere de le mouler, divers ouvrages, mais qui ne ſont pas d'une grande beauté, & qui n'ont de valeur que proportionnellement à leur poids, comme des contre-cœurs de cheminées, des poëles, des pots & des marmites, des tuyaux de conduite d'eau, des canons, &c. Mais on ne fait de cette matiere aucunes pieces de prix; les uſages mêmes auxquels on l'emploie ſont très-bornés: nous n'oſons pourtant nous promettre, qu'on fera à l'avenir, avec cette même fonte de fer, des ouvrages auſſi finis, que le peuvent être ceux de fer forgé, ou même ceux d'acier; qu'ils engageront à ſi peu de frais, qu'on ne craindra pas de les entreprendre. Mais avant d'expliquer les différents ſecrets qui en donnent les moyens, & de faire ſentir l'étendue de l'utilité dont ces ſecrets doivent être pour un grand nombre d'arts, il nous faut donner ici quelques notions des différentes ſortes de fontes de fer, de leurs qualités, & voir quelles ſont les difficultés qui ont empêché qu'on n'en fît les ouvrages, auxquels nous ne doutons nullement, qu'on les emploie par la ſuite.

On ſçait, & nos Mémoires de l'art de convertir le fer en acier, l'auroient appris de reſte, que la matiere qui coule du fourneau, immédiatement après que la mine de fer a été fondue, eſt ce qu'on appelle *fonte*, & eſt un fer qui n'eſt pas malléable; que ſon caractere eſt d'être dure & caſſante. Quand cette matiere a été moulée en ouvrage, elle porte ordinairement le nom de *fer fondu*; les canons qui en ſont faits, ſont appellés *des canons de fer ou de fer fondu*, les tuyaux de conduite d'eau, *des tuyaux de*

fer ou *de fer fondu* ; elle ne retient guere le nom de *fonte*, que quand elle a été coulée en *gueuze*, ou fous quelqu'autre forme, qu'elle ne doit pas conferver : nous ne l'appellerons auffi *fonte*, que jufqu'à ce que nous l'ayons fait jetter en moule.

En général, on peut diftinguer les fontes, & on les diftingue en deux claffes, par rapport à la couleur de leur caffure, les unes font des fontes blanches, les autres font des fontes grifes. La différence des mines a quelquefois part à cette différence de couleur ; fouvent elle vient de la maniere, dont le fourneau a été chauffé & chargé.

Quand on les divife en fontes blanches & en fontes grifes, on ne prend pourtant que deux termes moyens, qui expriment leurs différentes couleurs. Parmi les grifes, il y en a qui font prefque noires, & qu'on appelle *noires* : & entre les blanches & les grifes, il y en a d'une infinité de degrés de nuances, dont les unes tirent fur le gris-noir, & les autres fur le gris-blanc : enfin, parmi les blanches, on en trouve de plufieurs blancs différents. Il y en a une forte qui pourroit faire claffe à part ; on la nomme en Champagne fonte *truitée* : elle eft blanche, mais parfemée de taches grifes ou noirâtres, qui imitent en quelque façon celles des truites.

La caffure des fontes blanches paroît d'une tiffure compacte ; on n'y voit point de grains, confidérée attentivement ; elle fembleroit plutôt faite de lames, mais trèspreffées les unes contre les autres, & qui ne laiffent point d'intervalles entr'elles, comme en laiffent les lames de fer forgé. Quelquefois les caffures de fontes blanches paroiffent radiées ; on y remarque des efpeces de rayons, qui fe dirigent à peu-près vers le centre. Quelque chofe d'approchant de ce que l'on voit dans certains régules d'antimoine, ce ne font pourtant pas des rayons fi bien marqués. On obfervera, & on aura befoin ailleurs de fe rappeller cette remarque, que le blanc des fontes les plus blanches, n'eft pas de l'efpece de celui des fers à lames, ou de celui de l'acier trempé fondant. Ces derniers blancs font éclatants, & l'autre eft un blanc mat. Le blanc des fontes comparé au blanc brillant de certains fers, eft comme celui de l'argent mat, comparé à celui de l'argent bruni : il y a pourtant des fontes blanches ; qui ont des endroits brillants qui ont quelques lames, quelques radiations affez éclatantes, mais leur éclat eft inférieur à celui des lames de certains fers.

La caffure des fontes grifes eft toujours plus fpongieufe que celle des fontes blanches ; elle approche plus de celle de l'acier. Ordinairement elles font grainées; mais leurs grainures nous offrent bien des variétés, dont il fera très-important de fe fouvenir dans la troifieme Partie de notre Art. Les grains des unes font fi fins, qu'à peine s'apperçoivent-ils ; d'autres plus gros, quoique très-fins, font bien arrondis, bien détachés les uns des autres ; il y en a d'autres, où ces grains fins ne font pas fi bien terminés ; dans d'autres les grains font très-gros, & entre celles qui ont cette forte de grainure, il y en a dont les grains font plus applatis, & d'autres où ils font plus relevés. Quelques-unes ont un cordon qui forme le contour de leur caffure, qui eft bien plus blanc que le refte, & qui eft compofé de grains peu différents de ceux d'un acier trempé couleur de cerife : on les eftime auffi pour faire de l'acier.

Si on examine au microfcope les fontes, tant blanches que grifes, les blanches y paroîtront toujours d'une tiffure compacte ; on y pourra obferver quelques lames plates, parfemées, mais beaucoup plus petites que celles de l'acier : la même loupe qui fait appercevoir celles dont font compofés les grains d'un acier trempé peu chaud, ne feroit pas appercevoir celles-ci. Les fontes grifes paroiffent au microfcope d'un tiffu tellement fpongieux, que tout femble un amas d'efpeces de cryftallifations. On croit voir auffi des broffailles, des efpeces de végétations chymiques, faites d'une infinité de branchages entrelaffés, mais compofés chacun de petites lames agencées les unes fur les autres. Si on place au foyer du microfcope des grains des unes & des autres, auffi petits que les grains d'un fable extrêmement fin, ils y paroiffent plus tranfparents, que le fable le plus cryftallin ; leur tranfparence & fur-tout la vivacité de leur couleur, approche de la tranfparence & du brillant du diamant : malgré la vivacité de la couleur, qu'ont alors les grains des différentes fontes, on diftingue la couleur des grifes, de celle des blanches : les grifes reffemblent plus à l'acier poli, & les blanches à l'argent poli.

Nous venons de dire, que les fontes blanches paroiffent compactes à la vûe feule & au microfcope : fi on les compare avec les fontes grifes, elles font toujours telles. Mais il y a des fontes blanches, dont la tiffure eft moins ferrée que celle des autres ; il y en a qui femblent prefque grainées ; ce font ordinairement les moins blanches, celles qui n'ont ni radiations, ni lames éclatantes : leurs grains pourtant, ne font jamais fi bien marqués que ceux des fontes grifes, & ne laiffent jamais entr'eux de fi grands intervalles.

Une autre remarque plus importante fur les fontes, & qui regarde directement l'ufage que nous voulons en faire à préfent, c'eft qu'on peut prendre pour une regle, à laquelle je ne connois point d'exception, qu'elles font d'autant plus dures, qu'elles font plus blanches. Quand elles font bien blan-

ches, il n'y a ni lime, ni ciſeau, qui puiſſent mordre deſſus. Au lieu qu'il y a des fontes griſes, & ſur-tout des fontes brunes, tirant ſur le noir, & avec cela bien grainées, qui cedent à la lime ; j'en ai trouvé même qui ſe laiſſoient limer comme le fer, qu'on pouvoit percer aiſément : & en général, je les ai toujours trouvées d'autant plus limables, que leur couleur étoit plus foncée.

Auſſi tire-t-on des fontes griſes de preſque tous les fourneaux, dont on coule la fonte en moule, ſoit pour des contre-cœurs de cheminées, ſoit ſur-tout pour des pots, des marmites, des canons, ſoit que les mines qu'on y fond donnent naturellement ces ſortes de fontes, ſoit qu'on les y rende telles, par les circonſtances qu'on obſerve en les faiſant fondre. L'uſage ordinaire eſt de ne point jetter dans des moules les fontes blanches des grands fourneaux, ce n'eſt pas qu'elles n'en priſſent bien la forme ; mais les ouvrages de fonte, quelque groſſiers qu'ils doivent reſter, ont preſque toujours beſoin d'être un peu travaillés, après qu'ils ſont ſortis du moule : au moins, faut-il abattre les jets de la fonte ; on ne réuſſit pas toujours à les caſſer aſſez près ; on veut emporter les inégalités les plus conſidérables, les ébarber un peu ; on paſſe la lime, on la rape ſur la plûpart des marmites ; les canons demandent à être allézés : or, ſi ces ouvrages étoient de fonte blanche, on uſeroit deſſus les outils ſans rien opérer.

Quoique nous ayons dit qu'il y a des fontes griſes qui ſe laiſſent bien limer, il ne faut pourtant pas eſpérer qu'il y en ait qui pourroient être propres à faire des ouvrages qui doivent être extrêmement finis à la lime, être ciſelés & polis : la lime prend deſſus ; il ſeroit cependant preſque impoſſible de réparer, avec les ciſeaux & les ciſelets, des ornements délicats. Ces outils mordroient ſur le fer fondu ; le mal même eſt qu'ils y mordroient ſouvent plus qu'on ne voudroit. Le fer, le cuivre, & tout métal qu'on ciſele, qu'on repare, ſe doit laiſſer couper comme le bois, ou même plus net ; on en doit de même enlever des coupeaux, qui ne ſoient préciſément que ce que l'outil a rencontré dans ſon chemin, & ce n'eſt pas de cette ſeule façon, dont nos fontes griſes cedent à l'outil ; elles y cedent comme feroient les parties d'une pierre de grès : elles s'égrainent ; le ciſeau n'en emporte pas des lames ; ſouvent il en détache des grumeaux : il coupe plus rarement des grains, qu'il ne briſe des maſſes compoſées de pluſieurs grains : inutilement donc entreprendroit-on d'en faire quelque choſe de fini.

Nous avons encore à faire obſerver un plus grand inconvénient. Le fourneau qui donne de la fonte griſe, ne la donne pas telle conſtamment. Il en donnera quelquefois de blanche, & nullement limable ; & cela par des circonſtances qu'il n'eſt poſſible, ni de prévoir, ni d'éviter ; les matieres employées, & les procédés ſuivis ſeront parfaitement ſemblables, autant qu'humainement on en peut juger, & cependant, au lieu de la fonte griſe qu'on attendoit, on auroit de la fonte blanche. J'ai trouvé ſouvent la moitié d'une marmite de fonte blanche, pendant que l'autre moitié étoit de fonte griſe : elle étoit limable d'un côté, & ne l'étoit pas de l'autre.

Enfin, quand on pourroit avoir ſûrement des ouvrages en entier de fontes griſes, jamais on n'auroit des ouvrages à qui on pût faire prendre la blancheur & le brillant du beau fer ; leur couleur ſeroit trop foncée & trop terne.

Quand on auroit donc le ſecret, qu'on n'a pas, de faire ſortir conſtamment du fourneau des fontes limables, ce n'en ſeroit pas encore aſſez, ſi l'on vouloit des ouvrages de fer fondu, qui euſſent la blancheur & l'éclat des ouvrages de fer forgé.

Rien n'eſt plus facile, que d'en mouler qui aient ces deux dernieres qualités. On a aſſez de fontes blanches, & la métamorphoſe des fontes griſes en fontes blanches, eſt aiſée à faire : mais on a des ouvrages intraitables, qu'on eſt obligé de laiſſer tels que le moule les a donnés. Il eſt vrai que des Curieux ont fait jetter de ces fontes, pour en compoſer des Médailles, des deſſus de Tabatieres, & d'autres piéces délicates. Et ces piéces moulées & fondues avec adreſſe, ſont quelquefois ſorties ſi nettes du moule, & avoient ſi bien pris les traits les plus fins, qu'il n'étoit nullement néceſſaire de les réparer. C'eſt à quoi on réuſſira, quand on fera les moules de ces petites pieces, avec autant de ſoin que l'on fait ceux où le verre prend ſi exactement les empreintes des pierres gravées. Mais inutilement tenteroit-on quelque choſe de pareil en grand ; on n'y parviendroit pas ; quelque parfaite qu'une grande piece fût ſortie du moule, il reſteroit à couper ſes jets, à l'ébarber, & encore à la rendre moins caſſante. Au moins ſçavons-nous, que la fonte blanche ſe peut très-bien mouler, quoiqu'on ne la moule pas ordinairement. Il y a plus, c'eſt que la fonte blanche ſe moule auſſi aiſément que la griſe ; on la rend même plus fluide.

Il faut ſi peu d'art pour changer de la fonte griſe en fonte blanche, qu'on fait même ce changement ſans chercher à le faire ; qu'on prenne de la premiere fonte, qu'on la mette en fuſion dans un creuſet, en la rendant fluide on la rendra blanche : l'ouvrage formé de cette fonte, qui a été ſimplement refondue, ſe trouvera de fonte blanche.

Il eſt

Il eſt vrai pourtant, que plus elle aura été tenue en fuſion, & plus elle ſera blanche; que ſelon qu'elle étoit d'abord plus ou moins griſe, elle ſera devenue plus ou moins blanche, pendant une fuſion d'une même durée: mais quelque griſe qu'elle ait été, quelque peu qu'elle ait été tenue en fuſion, au moins une partie de cette fonte ſera-t-elle très-blanche.

Mais rien ne contribue davantage à rendre blanche la fonte griſe, que de la couler en moule, & ſur-tout de l'y couler très-mince. J'en ai eu la preuve, en obſervant bien des fois un fait qui d'abord m'a paru ſingulier. Après avoir fait refondre des fontes griſes, & les avoir fait jetter en des moules, où elles devoient prendre certaines figures, quand quelque accident a empêché la piece de bien venir, il m'eſt arrivé de la caſſer. Dans cette même piece, je trouvois de la fonte de différente couleur: dans quelques endroits, elle étoit preſque auſſi griſe, que quand elle avoit été jettée dans le creuſet; & dans d'autres elle étoit très-blanche: mais la remarque la plus eſſentielle, c'eſt que les endroits où elle étoit griſe, étoient communément les plus épais, & c'étoit ſur-tout vers le centre des endroits épais qu'elle l'étoit: tout ce qui approchoit de la ſurface étoit blanc. On donne le nom de *jets* à la matiere qui a rempli les conduits par où a paſſé celle qui a rempli le moule; ſouvent j'ai vû que tous les jets étoient blancs; la ſurface des ouvrages, & tout ce qui en approchoit, étoit blanche auſſi; tous les feuillages ou autres ornements minces l'étoient de même; mais ce qui étoit épais étoit gris: quand les jets n'étoient pas entiérement blancs, au moins leurs couches extérieures l'étoient-elles; enfin, il m'a paru conſtant que la fonte coulée mince devenoit blanche: il y a pourtant quelquefois des endroits d'égale épaiſſeur, dont les uns ſeront blancs & les autres gris.

Il n'eſt pas temps encore de rendre raiſon de ce fait, d'expliquer pourquoi la ſimple fuſion produit ce changement dans la fonte, & ſur-tout dans certains endroits de la fonte; nous en donnerons dans la ſuite une cauſe plus claire & plus certaine, que celle que nous en avons donnée dans la premiere Edition de notre Art: mais ce ne ſera qu'après avoir rapporté bien des expériences nouvelles, qui ne le ſçauroient être ſi-tôt.

Les fontes blanches ſemblent plus pures, plus affinées, & contenir plus de matiere métallique que les fontes griſes: nous les avons données ailleurs pour telles. Leur couleur qui s'éloigne davantage de celles des matieres purement terreuſes, diſpoſe à recevoir ces idées. D'ailleurs, généralement parlant, le fer & tous les métaux encore impurs, s'affinent en ſoutenant le feu; les fontes deviennent plus blanches, quand elles ont été fondues plus d'une fois; on tient pour un fait conſtant dans les forges, qu'on retire plus de métal malléable, d'un certain poids de fonte blanche, que d'un poids égal de fonte griſe. Cependant, toutes ces vraiſemblances réunies n'établiſſent pas encore aſſez ſolidement, que les fontes blanches ſont plus pures ou plus métalliques. Nous n'entrerons point à préſent dans cet examen; mais nous voulons nous tenir en garde contre des idées naturelles, que nous avons adoptées en d'autres endroits, & qui ſeront ſujettes à réviſion.

Enfin, à quoi ſe réduit ce que nous avons vû juſqu'ici, c'eſt 1°. que quand des fontes griſes ſeroient reſtées douces & limables, après avoir pris les formes qu'on leur vouloit, elles compoſeroient toujours des ouvrages incapables de recevoir un beau poli, & d'avoir une belle couleur de fer; ils ſeroient toujours gris & ternes. 2°. Qu'on n'a pu même juſqu'ici jetter en moule des ouvrages qui fuſſent par-tout de fonte griſe; elle ſe trouve preſque néceſſairement mêlée avec de la fonte blanche; ſi un endroit de l'ouvrage eſt traitable, l'autre ne l'eſt pas, & cela quoique cette fonte ait été priſe liquide dans le fourneau même où la mine a été fondue. 3°. Que les fontes griſes, étant refondues & jettées en moule, deviennent blanches, au moins à leur ſurface, & par conſéquent en un état où la lime & les ciſelets n'y ſçauroient faire d'impreſſion. Ainſi, les difficultés à lever pour avoir des ouvrages de fer fondu, beaux & finis, ſe réduiſent à trouver les moyens d'avoir des ouvrages de fonte qui ſe laiſſe réparer, & qui après être réparée, ait une belle couleur & de l'éclat.

Il peut y avoir deux manieres d'adoucir le fer fondu: ſçavoir, 1°. ou de l'adoucir pendant qu'il eſt en fuſion, de le rendre tel que les ouvrages qui en ſeront faits ſe laiſſent réparer; 2°. ou on peut mouler des ouvrages d'une belle fonte, qui auront la dureté & la roideur dont nous avons parlé, mais qu'on adoucira & rendra traitables par la ſuite. Il eſt indifférent dans lequel des deux états on adouciſſe notre métal, ou pendant qu'il eſt fluide, ou quand il eſt ſolide, pourvû qu'on le rende propre à nos uſages: le ſecret de l'adoucir à ce point, eſt ce qui nous manquoit.

Si on s'en rapporte à la Tradition des Ouvriers, c'eſt un ſecret qui a été perdu & trouvé pluſieurs fois: tout ce que nous voyons de grand & de ſurprenant en fer, comme ſont les ferrures des portes de Notre-Dame, ils veulent que ce ſoient des ouvrages de fer fondu. Ce qui eſt de plus certain & d'aſſez récent, c'eſt qu'un Particulier a eu

en France quelque chose de fort approchant du véritable secret d'adoucir le fer fondu, qui a été jetté en moule. Il entreprit même d'en faire des établissements à Cône, & à Paris, dans le Fauxbourg S. Marceau. Il y a vingt ans & quelques années, il rassembla une Compagnie qui devoit fournir aux frais, & qui fit même, à ce qu'on m'a dit, des avances considérables; elle fit exécuter quelques beaux modeles, qui furent ensuite jettés en fer. Il y eut divers ouvrages de fer fondu adoucis; cependant l'entreprise échoua, & l'Entrepreneur disparut, sans qu'on ait sçu, en aucune façon, ce qu'il est devenu. Il avoit apparemment commencé trop légérement, avant d'être assez sûr de son secret, avant de l'avoir porté au degré de perfection nécessaire. J'ai vû des ouvrages venus de cette manufacture, & passablement adoucis; mais ceux qui ont eu quelques connoissances de ces établissements, m'ont assuré que le hasard avoit trop de part au succès; quelquefois, après avoir bien consumé du bois, on retrouvoit aux ouvrages toute leur premiere dureté; plus souvent les ouvrages n'étoient ramollis que par parties; il y restoit des endroits durs, intraitables, qui obligeoient à abandonner le reste: souvent enfin, les ouvrages sortoient du fourneau, défigurés par les écailles qui s'en détachoient. J'ai rencontré toutes ces difficultés en mon chemin; elles ne sont pas moins capables, que le fond du secret même, d'arrêter ceux qui ne se conduisent pas par principes.

Quelque imparfait que fût ce secret, j'en ai long-temps regretté la perte. La description que j'ai faite de tous les Arts qui mettent le fer en œuvre, les souhaits que j'avois tant de fois entendu faire pour ce secret, m'avoient convaincu de reste de l'importance dont il devoit être. C'est déja une grande avance que de sçavoir que ce qu'on a besoin de trouver, n'est pas absolument impossible: j'avois oui dire que l'Entrepreneur dont je viens de parler, renfermoit les Ouvrages de fer fondu qu'il vouloit adoucir, dans de grandes caisses, où ils étoient entourés d'une composition propre à y produire le changement souhaité; qu'on faisoit souffrir à ces ouvrages, ainsi renfermés, un feu d'une longue durée. C'est ce même secret que je me suis proposé d'abord de découvrir, & cela en suivant les traces qui m'avoient été indiquées; c'est-à-dire, que j'ai cherché d'abord à adoucir des ouvrages de fer fondu en les tenant dans des caisses ou creusets, où ils étoient entourés de quelque composition. C'est ce secret que j'ai trouvé ci-devant, & que j'ai donné dans l'édition précédente de cet Art; il ne sera aujourd'hui que la premiere Partie de celle-ci. Depuis j'ai été informé qu'on avoit sçû une autre façon d'adoucir les ouvrages de fer fondu, qui m'a paru avoir des avantages sur l'autre, pour tous ceux d'un poids & d'un volume considérable; je suis ainsi parvenu à découvrir cette maniere d'adoucir le fer fondu, & la seconde Partie de cet Art sera destinée à l'expliquer. Enfin, convaincu qu'il seroit encore plus avantageux de pouvoir couler des ouvrages, qui en sortant du moule, pussent être limés; après avoir cessé de regarder cette propriété comme absolument incompatible avec la nature du fer fondu, j'ai cherché à y réussir, & j'ai été assez heureux pour en découvrir les moyens; je les donnerai dans la troisieme Partie. Au reste, ces didfférentes voies d'adoucir le fer fondu; avoient toutes besoin d'être connues; elles ont chacune des avantages particuliers qui doivent tour-à-tour leur faire donner la préférence, selon les especes d'ouvrages qu'on veut avoir en fer, & selon les qualités qu'on veut à ces ouvrages.

Fin du premier Mémoire.





SECOND MEMOIRE.

Des différentes manieres de fondre le Fer. Quelles attentions il faut avoir pour jetter en moule le Fer fondu, & pour tirer les Ouvrages des moules.

CETTE premiere Partie de notre Art, & celle qui la doit ſuivre, ſuppoſe des ouvrages qui ont été jettés en moule, d'où ils ſont ſortis avec une dureté égale ou ſupérieure à l'acier trempé ; leur objet eſt d'adoucir ces mêmes ouvrages, de les rendre traitables. C'eſt aux Fondeurs à nous les livrer bien conditionnés d'ailleurs ; & c'eſt à nous à les remettre aux Ciſeleurs dans un état où ils puiſſent les réparer, comme ils réparent ceux d'or, d'argent & de cuivre, ou comme ils réparent ceux de fer forgé. L'art du Fondeur en fer ſemble donc étranger au nôtre en quelque ſorte ; auſſi ne nous y arrêterions-nous pas, ſi les manieres de fondre le fer étoient au point de perfection où ſont celles de fondre les autres métaux.

Les Fondeurs en or, en argent, en cuivre & en fer, n'ont pas ſeulement à rendre leur métal fluide, & à en remplir des moules ; ils doivent ſçavoir faire ces moules. Le Fondeur eſt en même temps Mouleur ; & cette partie de leur Art eſt la plus étendue, & fourniroit matiere à un long Traité. Qui ne voudroit rien laiſſer en arriere, auroit à remonter juſques à la maniere de faire les modeles, & aux différentes matieres dont on les fait ; on expliqueroit enſuite comment on fait les moules ſoit en ſable, ſoit en terre, ſoit en cire ; pourquoi certains ouvrages veulent être moulés en ſable, pourquoi d'autres veulent être moulées en terre, & pourquoi d'autres demandent la cire. Comment il faut faire ſécher les différents moules ; les diverſes manieres de mouler des piéces de figures différentes : comment on fait les noyaux : comment on rapporte des pieces pour les parties de l'ouvrage qui ne ſont pas en dépouille. Mais ce ſont des détails que nous pouvons nous diſpenſer de ſuivre : nous nous contenterons de donner des idées générales de ces différentes manieres de faire les moules, & de faire remarquer ce que ceux où le fer doit être coulé exigent de particulier ; une partie de ce que nous avons à en dire, ſera même plus en ſa place dans la troiſieme Partie, qu'il ne le feroit ici ; elle demande aux moules des qualités que les deux premieres ne leur demandent pas. Juſqu'à ce que nous en ſoyons-là, il ſuffit qu'on ſçache que les moules ſe font de différentes matieres, & que ceux des Fondeurs en petit ſont d'un ſable gras, d'un ſable qui a aſſez de conſiſtance pour conſerver les empreintes qu'il a reçues. Comme nous aurons ſouvent à citer ces derniers moules, il eſt bon qu'on ſçache de plus qu'ils ſont ordinairement de deux pieces, dans chacune deſquelles une portion de l'ouvrage eſt imprimée ; que chacune des pieces ou de ces maſſes de ſable eſt ſoutenue dans un chaſſis de bois, & que c'eſt dans ce chaſſis qu'on a mis & battu le ſable pour y former le creux deſtiné à recevoir le métal : qu'avant de ſonger à l'y verſer, on fait bien ſécher ces deux moitiés du moule : on les dreſſe l'une contre l'autre, comme les enfans dreſſent les deux premieres cartes, dont ils veulent bâtir un château : on les aſſemble enſuite l'une contre l'autre, & on les aſſemble toujours exactement, parce qu'un des chaſſis porte des chevilles ou goujons de bois, qui ſe logent en des trous percés dans l'autre chaſſis. Enfin, quand ces deux chaſſis ſont bien ajuſtés, on met un ou pluſieurs moules dans une preſſe aſſez ſemblable à celles dont on ſe ſert pour preſſer le linge de table, pour preſſer le papier, afin de bien maintenir l'une contre l'autre, les deux parties de chaque moule. Alors ils ſont en état de recevoir le métal ; on a ménagé une embouchure où il doit tomber, & des conduits appellés *jets*, par où il ſe rend dans la cavité qui a été préparée.

Nous ſuppoſons donc qu'on ſçait faire de ces moules, & de ceux de toute autre eſpece, & nous nous renfermerons actuellement à expliquer les manieres de fondre le fer, qui ont été miſes en uſage, & les additions que nous y avons faites pour remplir commodément de ce métal des moules de toutes grandeurs, & à moins de frais que l'on ne l'a fait ci-devant.

Toutes les manieres de fondre le fer, ſe réduiſent à deux manieres générales ; ſçavoir, ou de le fondre dans des creuſets, où il n'eſt rendu fluide que par la chaleur qui paſſe au travers de leurs parois ; ou de le fondre en le tenant immédiatement expoſé à l'action du feu, en le tenant au milieu de la flamme & des charbons. Mais il y a pluſieurs moyens

de mettre ce métal en fuſion, ſoit pendant qu'il eſt renfermé dans des creuſets, ſoit pendant qu'il eſt placé immédiatement au milieu des charbons allumés.

Les Fondeurs ordinaires en cuivre, fondent le fer comme le cuivre, dans de ſemblables creuſets, & dans le même fourneau. Le fer eſt un peu plus long-temps à y être rendu liquide; mais cela ne va pas à une différence de temps aſſez conſidérable pour enchérir beaucoup la façon; il l'eſt d'autant plus vîte qu'il a été concaſſé en plus petits morceaux; on y en peut pourtant fondre de très-gros; & on peut ſe ſervir de creuſets qui contiendront chacun trente ou quarante livres de métal fondu.

La conſtruction de leur fourneau eſt facile; auſſi ſa forme eſt-elle ſimple. Ses parois renferment un trou, dont la coupe priſe à quelque hauteur que ce ſoit, eſt un quarré dont les côtés ont chacun environ ſept pouces de largeur: la profondeur de ce trou eſt aſſez communément de vingt-cinq à vingt-ſix pouces: cette profondeur, ou, ce qui eſt la même choſe, la hauteur du fourneau eſt partagée en deux parties inégales par une plaque de fer, qui d'abord a été forgée quarrément, & de grandeur inégale à la coupe horiſontale du vuide du fourneau, & dont les quatre angles ont été enſuite abbatus. La partie du fourneau qui eſt au-deſſous de la plaque, eſt le cendrier. La hauteur de cette partie eſt ſur-tout celle qui eſt arbitraire: la plaque eſt, à proprement parler, le fond du fourneau: depuis cette plaque juſqu'au bord ſupérieur, il y reſte environ dix-ſept pouces. C'eſt ſur cette plaque qu'on poſe le creuſet. Les charbons l'entourent de toutes parts; ils ſont allumés par le vent d'un ſoufflet double: un tuyau conduit le vent dans la partie que nous avons nommée le *cendrier*, & de-là il paſſe avec rapidité dans le fourneau par les quatre trous que laiſſent à chaque coin les quatre échancrures de la plaque de fer qui touche par tout ailleurs les parois du fourneau; ces échancrures ſont circulaires.

On couvre le fourneau d'un couvercle plat, qu'on ajuſte le mieux qu'on peut ſur les bords ſupérieurs du trou, les vuides qui reſtent dans les endroits où il ne s'applique pas parfaitement, donnent une iſſue ſuffiſante à l'air.

Les parois de ces ſortes de fourneaux ſont de briques arrangées à plat les unes ſur les autres; mais pour mieux les conſerver, pour n'être pas obligé à démolir quand le feu les a minées, on les revêt de carreaux dont la largeur eſt égale à celle des faces. Ces carreaux s'appellent *la chemiſe du fourneau*. Quand on a à le raccommoder, on n'a qu'à lui donner une chemiſe neuve. Je voudrois qu'on eût attention de faire ces carreaux des meilleures terres à creuſets, ou à pots de verrerie; alors ils ſeroient d'une longue durée. Pour agrandir ou rétrécir ce fourneau à ſa volonté, entre la brique & la chemiſe, on met une couche de terre qui réſiſte au feu. Quand on change de chemiſe, ce qu'on ôte à l'épaiſſeur de cette couche, on le donne à la grandeur du fourneau.

La plaque de fer a pour ſupports deux petites barres de fer qu'on peut ôter & remettre; ce qui donne auſſi la facilité de relever la plaque dans quelques cas où cela eſt néceſſaire au Fondeur, & ſur-tout lorſque les trous qui donnent paſſage au vent, ont été bouchés, ſoit par la matiere vitrifiée, ſoit par du métal qu'aura laiſſé couler un mauvais creuſet, ou un creuſet qui aura été caſſé par quelque accident.

Le fourneau précédent n'occupe pas grande place; mais il eſt bâti à demeure: on en peut faire de plus petits, ou d'auſſi grands, très-portatifs, qui paroîtront commodes en bien des circonſtances. J'en ai actuellement un de cette derniere eſpece à ma maiſon de campagne; je le fais quelquefois mettre au milieu des jardins. Au lieu que le fourneau ordinaire eſt fait de quantité de briques arrangées les unes ſur les autres, celui-ci n'eſt bâti que de quatre à cinq pieces, qui poſées les unes ſur les autres, le compoſent en entier: qu'on conçoive le fourneau ordinaire diviſé en petites branches par des plans paralleles à ſa baſe; chacune de nos pieces eſt une de ces branches, mais qui n'eſt point compoſé d'un aſſemblage de différentes briques; elle eſt faite de terre à creuſets, & il n'y a pas grande façon à la faire; tout ſe réduit à former quarrément un bloc de terre, de l'épaiſſeur que la piece doit avoir, & qui ait extérieurement la largeur qui convient au fourneau; on perce enſuite, au milieu de cette piece de terre, un trou quarré, du diametre que demande l'intérieur du fourneau. Pluſieurs pieces ſemblables, ajuſtées les unes ſur les autres, compoſeront le fourneau entier: une ſeule ſera différente des autres, c'eſt celle qui en fera la baſe, celle qui formera le cendrier. On lui laiſſera un rebord tout autour, excepté dans les angles: ce rebord eſt deſtiné à porter la plaque de fer ſur laquelle on poſe le creuſet. Cette plaque pourtant ſera, ſi on veut, ſoutenue comme dans l'autre fourneau, par deux barreaux de fer; la même piece aura ſur une de ſes faces, une ouverture par où on pourra retirer la cendre & les charbons qui tomberont dans le cendrier.

Un tuyau recoudé qui recevra le vent du ſoufflet d'une forge, le conduira à l'ordinaire ſous la plaque de fer de ce fourneau.

Si,

Si, outre le fourneau portatif, on a une forge portative, une forge roulante, on pourra transporter son fourneau où l'on souhaitera. Plus les pieces, dont ce fourneau sera fait, seront minces, & plus aisé il sera à transporter: chaque fois qu'on le changera de place, on lutera toutes les jointures avec une terre sabloneuse.

Si on ne veut fondre du fer que pour des expériences, ou pour en jetter en moule de petites pieces, une forge ordinaire est un fourneau suffisant; en moins d'une demi-heure, on y rendra très-fluide une livre ou deux de ce métal: il n'est question que de pousser le vent du soufflet, & d'être attentif à tenir le creuset bien entouré de charbons. Je me sers, dans cette occasion, de creusets cylindriques par préférence; j'en prends toujours de plus grands qu'il ne faut, pour contenir la quantité de métal que j'y veux mettre en fusion; & cela, parce que je le couche dans la forge, sous un angle d'environ 45 degrés: le plus & le moins ne font rien ici. Ainsi couché, il est moins exposé à être renversé; on peut plus aisément mettre le fer dedans, on voit mieux le point où en est le fer, s'il est liquide, s'il l'est suffisamment: d'ailleurs le creuset en est plus aisé à retourner.

Cette maniere de fondre, toute simple qu'elle est, est très-bonne, quand on aura envie de jetter en moule de petites pieces remplies de traits fins; & cela, parce qu'on rend la fonte parfaitement liquide, & par conséquent en état de bien remplir les plus petits vuides du moule. Quoiqu'on ait recours à des fourneaux, où la chaleur est plus violente, comme on y fond aussi, proportionnellement à leur grandeur, une plus grande quantité de fer à la fois, on ne l'y met pas dans une fusion aussi parfaite, aussi égale. Toute la matiere contenue dans un grand creuset, n'est pas également exposée à la chaleur; cette matiere, dans le temps même qu'elle est fondue, peut être comparée à une barre de fer qu'on a fait rougir au milieu du feu, dont le centre a toujours pris un degré de chaleur inférieur à celui qu'ont pris les couches les plus proches de la surface.

On peut fondre à la forge une plus grande quantité de fer à la fois, si on y met un plus grand creuset, & qu'on l'entoure d'un serre-feu qui retiendra les charbons; j'en ai fait faire un pour cet usage, qui vaut presque un fourneau: la consommation du charbon y est pourtant un peu plus grande, proportionnellement à l'effet produit, que dans le fourneau du Fondeur.

Les différentes façons dont on peut fondre le fer par un feu qui n'agit qu'après avoir passé au travers des parois du creuset, se réduisent aux précédentes: il nous reste à parler des manieres de le fondre, en l'exposant immédiatement à l'action du feu. Je ne sçais s'il seroit possible d'y réussir dans des fourneaux de réverbere, tels que sont ceux où l'on fond le cuivre pour jetter les grands ouvrages, comme les Cloches, les Canons, les Statues: je n'en ai fait qu'une expérience. Inutilement de la fonte de fer de la plus fusible, resta pendant long-temps exposée à l'action du feu d'un de ces fourneaux, elle ne s'y fondit point. Cette expérience apprend au moins, que des fourneaux de réverbere précisément semblables à ceux où l'on fond actuellement le cuivre, n'agiroient pas assez puissamment sur le fer. Ce n'est pas seulement que ce métal demande, pour être rendu liquide, un plus grand degré de chaleur, que celui qui suffit au cuivre: les observations qui viendront dans la suite, apprendront qu'il a de particulier de vouloir être fondu brusquement. On ne doit pas espérer ici de suppléer à l'activité du feu par la durée; il est singulier & certain, que le feu qui l'attaque trop foiblement pour le fondre, le rend de moins en moins fusible; & avec le temps, l'amene au point de ne pouvoir plus être rendu coulant, même par le feu le plus violent de quelque espece de fourneau que ce soit. Il y auroit des moyens d'augmenter l'activité de ceux de réverbere; j'ignore pourtant s'il seroit aisé de la pousser au point nécessaire pour faire couler le fer; mais assez d'autres fourneaux peuvent suppléer à ceux-là, & agiront toujours plus promptement & à moindres frais: tels sont tous ceux à soufflets.

Il y a une sorte de Fondeurs, qui fondent journellement de la fonte de fer, & qui ne fondent point d'autre métal; leur nombre n'est pas grand: je ne sçache pas qu'il y en ait eu à Paris plus de deux ou trois à la fois, & je crois qu'à présent il n'en reste qu'un. Des Fondeurs de cette espece courent la campagne; ils paroissent successivement en différentes provinces; ils jettent en moule des poids de fer, des plaques destinées à certains usages, des marmites, & quelquefois les raccommodent. Le feu agit immédiatement contre le fer dans les fourneaux dont ils se servent, & y est animé par le vent des soufflets. Il est composé de deux parties d'une sorte de creuset, & d'une tour en forme de cône tronqué, qu'on pose sur ce creuset. Nous décrirons d'abord ces deux parties, & toutes les autres aussi simplement & grossiérement faites, qu'elles le sont chez nos Fondeurs; nous dirons ensuite comment on les peut rendre plus solides, les mieux assembler. Il est bon de connoître ce qui peut s'exécuter à moindres frais: il y a des circonstances où le solide importe peu.

Cette maniere de fondre, s'appelle *fondre*

à la poche : auffi le creufet du fourneau eft-il appellé *une poche*. On appelle encore ce fourneau, *un fourneau à manche* ; & c'eft à la tour qu'il doit ce fecond nom : car on la nomme *une manche*. Le creufet eft compofé en partie d'un vieux pot, ou d'un vieux chaudron de fer fondu, felon qu'on le veut plus grand ou plus petit ; ou plutôt ce vieux pot ou ce vieux chaudron, fert à maintenir le creufet qui eft d'une couche de terre fabloneufe, épaiffe d'environ un pouce & demi ; elle revêt intérieurement le vafe dont nous parlons. Pour le folide, & c'eft ainfi que je l'ai fait pratiquer, cet enduit doit être des mêmes terres dont on fait les creufets, & préparées de la même façon : car s'il eft d'une terre trop fondante, il y a trop fouvent à y retoucher. La terre peut s'élever au-deffus des bords du vafe qui la foutient ; alors elle a feule, quelque part, une échancrure en demi-cercle, qui recevra en partie la thuyere dans laquelle les foufflets doivent pouffer le vent : cette échancrure pourroit être dans le bord même du vafe.

La feconde partie du fourneau, la tour conique ou la manche, eft faite pour être pofée fur le creufet ; par conféquent, fon diametre eft déterminé à peu-près, par celui du creufet qu'on a choifi : extérieurement, elle eft auffi de fer. Nos Ouvriers la forment fouvent de plufieurs marmites fans fond, ajuftées les unes fur les autres ; mais il eft plus commode de la faire de tôle. On lui donne environ 15 à 16 pouces de hauteur, mais on ne doit pas craindre de l'élever davantage. Intérieurement, elle eft revêtue de terre pareille à celle du creufet, & de façon que l'ouverture du haut refte un peu plus étroite que celle du bas. Nous ne donnons aucunes mefures précifes, parce qu'on peut extrêmement les varier toutes : mais fi on veut faire ufage de ces fourneaux, tels qu'il y en a actuellement de conftruits, les deffeins donneront des dimenfions fur lefquelles on pourra fe régler.

N'oublions pas de remarquer, que la tour a une échancrure femblable à celle de la poche ou du creufet, au-deffus de laquelle elle fe pofe directement ; les deux enfemble forment l'ouverture qui reçoit la thuyere.

L'affemblage de ces deux pieces compofe le fourneau en entier ; on y excite l'ardeur du feu, par le moyen de deux foufflets : ils occupent chacun un Ouvrier. Les foufflets étant placés d'une maniere ftable, la pofition du fourneau eft déterminée par la leur ; mais ce qui eft effentiel, c'eft qu'ils doivent être inclinés, & de façon qu'ils dirigent le vent vers le fond du creufet, non pas précifément au milieu du fond, mais au moins tout au bas de la parois qui eft oppofée à la thuyere.

Le terrein qui eft au-deffous des bouts, ou (en terme de l'Art) au-deffous des buzes des foufflets : ce terrein, & même un peu par-delà, eft plus creux, que celui du refte de l'atelier. Ce creux eft rempli de cette efpece de poudre, qu'on trouve toujours au fond des tas de charbons, de ce qu'on appelle *du fraifil*, & des craffes qui fe tirent de deffus le fer, qui ont été concaffées : c'eft au milieu de ce tas de poudre, qu'on place la poche ou le creufet. Il eft aifé d'y faire fur le champ un trou pour le recevoir ; on creufe dans ce fraifil, auffi aifément que dans le fable.

Mais nous avons à faire remarquer, qu'on ne met pas le creufet immédiatement dans le fond du trou. Ce creufet recevra bientôt la matiere fondue : quand il en fera plein, il faudra le porter fur les moules, où le métal doit être jetté. Pour avoir la facilité de l'enlever dans la fuite, on le pofe dans une efpece de cuiller à jour, dont le cuilleron eft compofé de différentes bandes de fer : elle a un manche long de plufieurs pieds, & de plus une anfe à peu-près femblable à celle des chaudrons.

Il n'eft pas temps encore de voir l'ufage de l'anfe & du manche ; pour le préfent, imaginons feulement cette cuiller enfoncée dans la poudre, dans le fraifil, & le creufet, ou la poche, pofé dans la cuiller ; & cela à une diftance des foufflets, telle que leurs bouts entrent d'environ un demi-pouce dans l'échancrure que nous avons deftinée à recevoir la thuyere : nous fuppoferons auffi, que la thuyere a été mife dans cette place ; elle eft ordinairement de fer fondu, & eft toujours beaucoup plus évafée par-dehors, par l'ouverture qui reçoit les bouts des foufflets, que par le dedans.

Pofons enfin la tour fur le creufet, & enveloppons bien le creufet, & même le bas de la tour, de fraifil, afin que la flamme ne puiffe pas s'échapper du fourneau, par les jointures de nos deux pieces, tout pourtant n'en fera que plus clos, fi on les a lutées avec de la terre. Cela fait, notre fourneau eft dreffé, & prêt à être mis en feu ; on jette, par fon ouverture fupérieure quelques charbons allumés ; & par-deffus ceux-ci, on en jette de noirs, que le vent des foufflets enflamme bien vîte : on acheve enfin de le remplir de charbon.

Quand tout le charbon eft allumé, quand à la place de celui qui eft defcendu, on en a eu remis de nouveau : & enfin, quand on voit que le fourneau eft fuffifamment échauffé, on y porte la premiere charge du fer qu'on y veut fondre. Chaque fois qu'on y met du fer, le fourneau eft plein de charbon, jufqu'à fon ouverture fupérieure : c'eft le feul endroit par où on puiffe le charger, foit de charbon, foit de métal.

Le fer est concassé en morceaux de la grandeur à peu-près d'un écu; ils doivent être fondus quand ils arrivent au creuset, & des morceaux trop gros pourroient ne l'être pas pendant qu'ils font ce chemin.

Quand la derniere charge de charbon s'est abbaissée de deux ou trois pouces, il est à propos de faire entrer une verge de fer dans le fourneau, par son ouverture supérieure; en agitant cette verge, on oblige les charbons à se mieux arranger, à descendre davantage, à laisser moins de vuides entr'eux : mais il reste en haut une plus grande place vuide; on la remplit d'une nouvelle charge de charbon, au-dessus de laquelle on étend une nouvelle charge de fer. Chaque charge de fer n'a d'épaisseur que celle des morceaux de fer, & a de largeur ou surface, toute celle de l'ouverture supérieure du fourneau : tant qu'on juge à propos d'entretenir le feu, de faire fondre de nouveau fer, on répete les manœuvres précédentes.

Pendant tout ce temps, il faut veiller à la thuyere, les buzes, les bouts de soufflets ne la remplissent pas en entier; il reste assez de place pour voir, comme par un tuyau, ce qui se passe dans le fourneau à une certaine hauteur du creuset : on n'a pas un grand champ; il y en a pourtant assez pour avoir quelquefois un spectacle amusant. On apperçoit la fonte, qui, après s'être allongée, se détache par gouttes; de temps en temps, quelque nouvelle goutte tombe dans l'espace qu'on peut voir; mais ce qu'on cherche à observer, c'est, si la lumiere de la thuyere est bien brillante, bien blanche, ou, en termes d'Ouvriers, si elle paroît comme une lune, expression qui donne une idée fort juste de la couleur qu'a le feu du fourneau vis-à-vis cette thuyere, quand les soufflets l'ont rendu aussi vif qu'il le doit être : mais si la couleur paroît rougeâtre, c'est un mauvais signe. C'en est encore un plus mauvais, si la thuyere se barbouille, si on y apperçoit du noir; c'est qu'elle se bouche : & il faut être continuellement attentif, à empêcher que cela n'arrive; ce qu'on fait en passant une petite verge de fer rouge, ou même une petite baguette de bois dans la thuyere; & cela jusqu'au dedans du fourneau, par ce moyen, on emporte les matieres qui commençoient à s'attacher à son bout intérieur, qui commençoient à le boucher, & qui peu-à-peu le boucheroient au point que le vent n'auroit plus assez de passage. De la matiere vitrifiée qui sera collée contre la thuyere, un morceau de fer mal fondu qui l'aura touchée, peuvent être la cause de cet accident; car tout ce qui se trouve précisément au bout de la thuyere, ne se fond plus; la matiere même qui a été mise en fusion se refroidiroit, si elle s'élevoit jusques-là; tant que le vent est dans la thuyere, & dans l'instant qu'il en sort, il est froid : il refroidit donc ce qu'il rencontre avant d'avoir rencontré des charbons.

Enfin, quand à diverses reprises, on a eu jetté dans le fourneau, tout le fer qu'on s'est proposé de rendre fluide, on se dispose à le couler dans les moules; on regarde si au-dessus des charbons il ne paroît plus de morceaux de métal qui restent à fondre; si on n'y en voit point, on tâte, avec une verge de fer, s'il n'en reste point qui ne soient pas visibles; & en cas qu'il s'en rencontre, on les fait descendre jusqu'au creuset; on agite la matiere qu'il contient, afin d'y faire amollir celle qui y est descendue nouvellement; lorsqu'on croit que tout est fondu, on cesse de mouvoir les soufflets : on déterre le fourneau, on ôte tout le fraisil, dont on l'a entouré, & on renverse la tour.

Alors, le creuset est découvert, la matiere est prête à être coulée; les moules ont été préparés à la recevoir : il faut ôter le creuset de place, & le porter au-dessus de ces moules. La maniere commune d'enlever le creuset de son trou, c'est de passer une barre de fer dans l'anse de cette cuiller, dans laquelle nous l'avons vû mettre; & c'est seulement pour pouvoir retirer le creuset, avec plus de facilité, & le renverser, qu'on a donné une anse & un manche à cette espece de cuiller. On passe donc une barre de fer dans l'anse; deux hommes prennent cette barre, chacun par un bout, ils portent le creuset auprès des moules : un troisieme Ouvrier tient le manche de la cuiller, au moyen duquel il fait pancher le creuset, & lui fait verser le fer fondu dans un moule.

Le sieur Cusin, Ouvrier industrieux du Fauxbourg S. Antoine, a une maniere moins fatiguante de porter le creuset : à quelques pieds de distance du fourneau, il a planté un arbre vertical de plusieurs pouces d'équarrissage : le bout supérieur de cet arbre porte un levier, dont la plus courte branche a assez de longueur, pour que son bout aille jusques vis-à-vis le fourneau. Le levier tourne librement sur l'arbre qui le soutient; il est passé dans un anneau, qui fait partie de la tête d'un boulon de fer; ce boulon a près d'un pouce de diametre; il entre verticalement dans l'arbre : il est logé dans un trou, où il tourne avec facilité. A la plus courte branche du levier, tient une chaîne terminée par un crochet. Quand on veut enlever le creuset, on engage l'anse de la cuiller dans ce crochet, & afin d'avoir moins de peine à soulever le tout, on a soin de charger l'autre branche d'un poids qu'on augmente selon le besoin : de sorte que le levier seul porte le creuset. En faisant tourner le levier, on conduit le creuset au-dessus des

moules; on a eu attention de les diſpoſer à peu-près dans la demi-circonférence que parcourt le bras qui eſt chargé du creuſet : à meſure que le creuſet a été conduit au-deſſus d'un moule, un homme qui tient le manche de la cuiller, l'éleve, & incline le creuſet.

Nous avons dit, que nous ne nous arrêterions point à expliquer la conſtruction des moules, & leurs différences. Ceux qui ſont repréſentés, *Pl. IV.* ſont ſimplement chargés de poids, quoique pour l'ordinaire ils doivent être ſerrés dans une preſſe, comme ceux de la *Pl. III.*

Quand le creuſet a été enlevé de ſa premiere place, le fer fondu étoit encore couvert de charbon & de ſcories fluides : ſçavoir, de matiere vitrifiée ou laitier, qui a été fourni par le fer, & auſſi par les cendres du charbon qui ont été réduites en verre. Avec quelque outil, quelque barre de fer, quelque eſpece de ratiſſoire, on ôte d'abord les charbons, enſuite on tâche de retirer toute la matiere vitrifiée qui ſurnâge le fer; comme elle eſt fluide, il ne ſeroit pas aiſé de l'enlever, ſans enlever en même temps du fer fondu : un expédient ſimple en donne la facilité.

Un Ouvrier arroſe d'eau la matiere du creuſet, & cela avec un linge mouillé, qui eſt attaché au bout d'un bâton. Auſſi-tôt un autre Ouvrier, avec un bâton ou avec quelque outil, pouſſe par-deſſus les bords du creuſet, tout ce qu'il trouve avoir quelque conſiſtance; ce n'eſt guere que la matiere vitrifiée qui en a pris : outre qu'elle eſt plus aiſée à refroidir que le fer, c'eſt que l'eau eſt tombée immédiatement ſur elle. On continue de même à jetter de l'eau à ſept ou huit repriſes différentes, & à retirer du creuſet toute la matiere que le bâton peut entraîner; la ſurface du fer eſt alors bien nette, bien découverte : enfin, il ne reſte plus qu'à verſer ce métal dans les moules.

Le fourneau que nous avons décrit, eſt conſtruit très-groſſiérement; mais après tout, il donne idée de la maniere dont il faut s'y prendre, pour faire mieux ; on voit aſſez qu'on peut établir le creuſet plus ſolidement, que dans une marmite de fer fondu : j'ai fait faire un bâtis de barres de fer, & j'ai fait remplir les intervalles que laiſſent les barres avec de bonne tôle.

Pour la tour, plus elle ſera haute, & mieux le fer s'y fondra ; ſon aſſemblage ſera plus ſûr & plus ſtable, s'il eſt de tôle, que de fragmens de marmites, toujours mal ajuſtés les uns ſur les autres. Cette enveloppe de tôle n'eſt que pour ſoutenir la terre dont elle eſt revêtue intérieurement ; pour que la terre s'y ſoutienne mieux, qu'il ne s'en détache jamais de grandes pieces, & afin qu'il ſoit plus facile d'en remettre à la place de celle qui ſera tombée, on lardera cette tour de clous dont les têtes ſeront en-dehors, & dont les pointes pénétreront horiſontalement en-dedans : plus les clous ſeront près les uns des autres, & mieux la terre ſera retenue.

Au lieu de ces clous, on a mis en-dedans d'une tour que j'ai fait faire, des verges de fer repliées par les deux bouts, & qui ont toute la longueur de cette tour ; elles ne ſont éloignées les unes des autres, que d'un pouce : la terre ſe trouve enchaſſée entre ces verges de fer, & elle les recouvre au moins d'un pouce.

Notre fourneau a ſon creuſet enterré. J'en ai fait conſtruire un dans une ſituation tout-à-fait différente ; le creuſet eſt en l'air ; ſon fond eſt éloigné de terre de plus de 14 à 15 pouces ; il eſt ſoutenu dans cet état par deux tourillons, qui ſont portés par deux montants d'un aſſemblage de bois. Je n'expliquerai point, en détail, les particularités de ce fourneau, on en ſera aſſez inſtruit par la Planche, & ſon explication.

Ce que je me ſuis propoſé principalement, c'eſt qu'on ne fût plus dans la néceſſité de renverſer la tour, chaque fois qu'on a à couler la fonte ; par cette manœuvre, le fourneau ſe refroidit ; il n'eſt pas aiſé de le redreſſer ſur le champ ; chaque fois qu'on veut fondre, on eſt donc obligé de recommencer ſur nouveaux frais, on ne profite point ou on profite peu du charbon qui a été brûlé auparavant. Au lieu de porter le creuſet ſur les moules, dans notre nouvelle diſpoſition, on apporte les moules ſous le creuſet : on incline ce creuſet, on lui fait verſer ſa matiere ſans le déplacer, & ſans ôter la tour. Il fait en quelque ſorte corps avec la tour, ou ils ſont liés enſemble, par des barreaux de fer, auſſi ſolidement que s'ils faiſoient corps. Pour incliner le creuſet, on prend deux branches de fer attachées ou enclavées dans un lien qui entoure le haut de la tour ; un homme ſe ſaiſit d'une branche,& un autre de l'autre ; en abaiſſant le haut de la tour, ils ſont pencher le creuſet qui verſe la matiere dans des moules ; s'ils ſont dans une preſſe, un Ouvrier avance ou recule, incline ou redreſſe la preſſe ; à meſure qu'un des moules eſt rempli, il eſt attentif à bien préſenter l'ouverture d'un autre au métal qui coule. On peut même placer les moules ſur une eſpece de petit charriot, dont un Ouvrier tiendra le timon ; ce qui donne plus de facilité à les mouvoir, & à les incliner de la façon qu'on trouve convenable.

Comme il n'eſt pas auſſi aiſé de verſer la matiere qui ſort de ce grand creuſet dans l'ouverture du moule, qu'il eſt aiſé de verſer celle d'un petit creuſet qu'on tient avec des tenailles, on trouvera commode de ſe ſervir, comme

comme je l'ai fait pratiquer, d'un petit entonnoir de terre cuite, ou, si on le veut plus durable, de fer forgé, ou de cuivre fondu. On place cet entonnoir au-dessus de l'ouverture du moule; il est soutenu par une piece de fer, dont le milieu forme une espece de collier assez grand, pour laisser entrer partie de l'entonnoir. Cette piece de fer, près de ses deux bouts, est repliée en équerre, & à des distances telles l'une de l'autre, qu'entre les deux parties repliées, il y a précisément une distance égale à la largeur des deux chassis dont le moule est formé. Ce n'est pas une dépense, que d'avoir de ces pieces de toutes les grandeurs, dont on a des chassis: mais avec des vis, on peut mettre une piece de fer en état de servir à des chassis de différentes grandeurs. Avant de poser l'entonnoir en place, on aura la précaution de le faire chauffer; on le placera aussi de façon qu'il reste quelque distance entre le bout de son tuyau & le trou ou jet du moule, afin de pouvoir remplir le moule, sans qu'il reste de métal dans l'entonnoir.

Dans la *Pl. IV.* qui représente le nouveau fourneau, il y est placé sur un bâtis de bois, dont les quatre piliers ont des roulettes; ce que j'ai fait faire, pour qu'on le pût changer de place à son gré: mais cette disposition n'est nullement nécessaire; les piliers qui porteront le fourneau, peuvent être fixés: il peut même être soutenu d'un côté par une potence scellée dans un mur.

Au lieu d'un soufflet, qui ici est encore porté par le chassis de bois qui soutient le fourneau, on peut disposer, & de toute autre maniere, deux soufflets: l'activité du fourneau n'en sera que plus grande. On augmentera la grandeur des soufflets, & on les fera mouvoir avec plus de force & de vîtesse, selon qu'on voudra construire un fourneau capable de contenir plus de fer en bain; mais on remarquera, qu'un seul soufflet mû une fois plus vîte, équivaut à deux soufflets, chacun de même grandeur que le précédent, mais mûs la moitié moins vîte.

Quand le creuset est en terre, il est placé plus favorablement pour conserver sa chaleur, que lorsqu'il est au milieu de l'air; pour remédier à ce que cette derniere disposition a de désavantageux, on donnera à l'espece de boîte, à l'espece de calotte de tôle, qui forme les parois extérieures du creuset, plus de profondeur & de diametre que le creuset ne le demanderoit; & dans celle-ci, on en mettra une seconde moins profonde, & qui n'aura un diametre égal à celui de l'extérieure qu'auprès des bords; ce sera cette derniere qu'on recouvrira de terre, & qui formera le vrai creuset. Il restera un vuide entre ces deux especes de calottes de tôle: l'extérieure sera percée de trois ou quatre ouvertures assez grandes, pour laisser entrer des charbons allumés qui rempliront le vuide, & échaufferont le fond & les parois extérieures du véritable creuset.

Au lieu de la seconde calotte, on peut arranger divers morceaux de fer, de façon qu'un de leurs bouts porte contre le bord supérieur de la calotte de tôle, & que l'autre bout de chaque barreau aille se réunir autour d'un même point. Ils renfermeront une espece de cône; ils formeront une espece de grille conique, qu'on enduira intérieurement de la couche de terre, qui doit former le creuset.

Qu'on ne cherche pas à rendre le creuset trop solide, en donnant beaucoup d'épaisseur à la couche de terre; il auroit peine à s'échauffer; la fonte qui toucheroit le fond, pourroit se figer: que son épaisseur soit d'un pouce ou peu davantage, & elle sera suffisante.

On aura soin de réserver une ouverture tout au bas de la tour, opposée à peu-près à celle où est la thuyere: son usage fera juger de la grandeur qui lui convient. Chaque fois qu'on sera prêt à couler la fonte, on fera entrer, par cette ouverture, un ringard crochu, quelque espece de ratissoire, avec laquelle on entraînera les charbons, & sur-tout toutes les crasses, toute la matiere vitrifiée, qui surnâgent la fonte. Nous parlerons pourtant ailleurs d'un expédient, pour faire couler du creuset de la fonte très-claire, quoiqu'on n'ait pas nettoyé sa surface; & l'on en pourroit faire usage ici.

Quoique ces derniers fourneaux fournissent de la matiere, pour remplir de plus grands moules, ou plus de moules médiocres, qu'on n'en pourroit remplir par le moyen de ceux où l'on fond le fer dans des creusets de terre; cependant construits sur les mesures qu'ils ont dans les *Pl. II. & IV.* ils ne pourroient suffire qu'au travail de quelque Maître Fondeur. Pour des Manufactures considérables, on les pourroit faire plus grands, leur donner de plus forts soufflets, & même mûs par l'eau: car ils sont faits sur le principe de ceux où l'on fond la mine de fer, qui ne sont réellement que de très-grands fourneaux à manche. Mais dès qu'on aura la facilité de mouvoir des soufflets par l'eau, je conseille d'avoir recours à une autre espece de fourneau plus simple, plus expéditif, & propre à donner abondamment du métal fluide: je veux parler de ces fourneaux appellés *affineries* en quelques pays, & *renardieres* en d'autres. On s'en sert pour fondre la fonte qu'on veut convertir, soit en acier; soit en ces fers qu'on nomme *quarillons*: j'ai proposé autrefois d'y avoir recours. Mais alors ce n'étoit qu'une idée qui demandoit à être perfectionnée par l'expérience, ce que depuis

j'ai eu occasion de faire ; j'ai fait mettre ces fourneaux dans un tel état, que je ne crois pas qu'on s'avise d'en chercher de plus commodes. Ce sont les seuls dont on se sert à la Fonderie de Cosne en Nivernois, où l'on couloit en fer des ouvrages magnifiques & de toutes grandeurs.

Rien n'est plus simple que les affineries ou renardieres ordinaires. Deux grands soufflets poussent leur vent dans une thuyere pareille à celle qui reçoit le vent du soufflet de la forge d'un Serrurier. Au-dessous de cette thuyere, dans l'endroit où est le foyer de la forge du Serrurier, est un trou qui a la forme d'une pyramide tronquée à quatre faces. Ce trou est formé par de solides murs de briques ; ses parois intérieures sont de plus revêtues de quatre épaisses plaques de fonte de fer ; une de ces plaques seulement est percée près du bas. Le mur de brique manque aussi en cet endroit ; le côté où est cette ouverture est le devant de l'affinerie ; & c'est par ce côté qu'on donne écoulement hors du fourneau au métal fondu.

Avant de songer à y en fondre, on remplit le trou avec du charbon pilé, ou au moins concassé assez menu ; on le bat même à mesure qu'on en remplit le trou ; il y doit être bien entassé. Nous n'insisterons pas davantage sur cette circonstance, & sur quelques autres petites particularités, parce qu'elles ne sont rien au but que nous nous proposons. Ce qui y est essentiel, c'est qu'on pose au-dessus du trou rempli de charbon le bout des plus grosses gueuzes. On le recouvre de gros charbons, le vent des soufflets les allume, & ensuite en darde la flamme, & la fait circuler sur le bout de cette gueuze : il se fond ; la fonte liquide tombe dans l'affinerie ; elle force les charbons qu'elle souleve à lui faire place ; de temps-en-temps on avance la gueuze vers la thuyere, afin qu'une portion égale à celle qui vient d'être fondue, soit toujours prête à fondre.

C'est dans ces mêmes affineries qu'on peut fondre très-avantageusement le fer qu'on veut jetter en moule ; mais pour cela il y faut faire quelques additions, afin que le métal y soit tenu plus fluide qu'il n'y est ordinairement, & afin qu'on l'en puisse tirer sans peine, pour en remplir les moules. La principale de ces additions, c'est que je fais mettre dans le trou de l'affinerie un grand creuset dont le bord est immédiatement au-dessous de la thuyere. Il reçoit le fer liquide qui se seroit épanché dans le trou. Il paroît peut-être étrange que pour tenir à la fois une grande quantité de matiere fondue, j'en revienne à un creuset : mais celui-ci ressemble peu à celui des Fondeurs ; c'est plutôt une chaudiere qu'un creuset, dont la profondeur ne doit pas être trop considérable. Les plus petits de ceux-ci contiendront au moins 200 livres de métal, & on peut en employer qui en contiendront six à sept cents livres. Ils doivent être de fer forgé, comme le sont ceux dont on se sert aux monnoies, pour faire à la fois des fontes d'argent de 1200, 1500, & jusqu'à 2000 marcs. On tire des grosses forges des plaques de fer forgé propres à les faire ; & on sçait en fabriquer de telles formes & grandeurs qu'on voudra.

J'ai dit qu'une des vûes qui m'a fait recourir à ce creuset, a été d'entretenir le métal très-fluide ; elle engage à bien chauffer continuellement son fond & ses parois extérieures ; & c'est-là l'objet des principaux changements faits dans l'intérieur de l'affinerie. On y met une grille élevée de terre de quatre à cinq pouces ; elle est destinée à soutenir des charbons. Au-dessus de cette grille est une piéce de fer roulée circulairement, & élevée un peu au-dessus de la grille, soit par trois pieds qui posent sur la grille même, soit par des parties saillantes qui sont scellées dans les parois du fourneau ; tout cela importe peu, puisque l'usage de cette piece est uniquement de soutenir le creuset. Les vuides qui restent entre ses parois, ceux du fourneau & la grille, seront tenus pleins de charbons. Une partie en sera fournie par ceux même qu'on scellera autour de la thuyere ; ils descendront peu-à-peu jusques à la grille : pour achever de la garnir, on en mettra de temps en temps, par une ouverture qui communique en dehors du fourneau, & qui est peu au-dessus de cette grille.

On pourroit exciter l'ardeur de tous ces charbons qui ne doivent servir qu'à échauffer les dehors du creuset, & non à fondre le métal, par le moyen d'un soufflet double, semblable à ceux des Fondeurs ou à ceux des Serruriers, qui seroit mû à bras, ou par l'eau même qui fait agir les deux soufflets de bois ; mais sans ce soufflet, les dehors du creuset seront suffisamment échauffés, pourvû qu'on perce les quatre faces du fourneau, ou seulement deux ou trois de ses faces, à la hauteur du cendrier ; le cours libre de l'air produira tout l'effet nécessaire.

Nous avons dit que l'intérieur des fourneaux des affineries a la figure de pyramide tronquée ; mais nous avons jugé, & l'expérience a justifié cette idée, que la figure dont le diametre surpasse seulement de trois à quatre pouces celui du creuset, vaut mieux.

Avant de mettre ce creuset dans le fourneau, on le revêtira intérieurement d'une couche de lut épaisse d'environ un pouce, si on recouvre sa surface extérieure d'une autre couche de lut, elle servira encore à le rendre plus durable, & le creuset ne s'en échauffera guere moins vîte, pourvû qu'on tienne mince cette derniere couche.

Quand on n'a à remplir qu'un ou deux grands moules à la fois, on le peut sans retirer le creuset du fourneau, & nous dirons bientôt ce qu'il faut alors ajouter tant au fourneau qu'au creuset; mais quand on a à remplir de suite quantité de petits moules, on est dans la nécessité de conduire le creuset successivement sur chacun de ces moules: la premiere difficulté est de retirer du fourneau, d'enlever ce creuset plein de métal fluide; il doit donner une prise commode: pour cela il portera deux oreilles faites & posées à peu-près comme celles des chaudrons, & solidement rivées: quand on voudra le retirer du fourneau, on passera une anse dans ces deux oreilles; cette anse qui est mise froide, aura suffisamment de force, quoiqu'elle n'ait qu'une grosseur médiocre: mais les oreilles sont absolument nécessaires; d'autres parties en apparence plus solides & qui auroient de même à rester dans le feu autant que le creuset, ne résisteroient pas. J'ai, par exemple, commencé par faire river deux forts tourillons en deux endroits diamétralement opposés du milieu du creuset; c'est à ces tourillons que je prétendois accrocher l'anse: j'ai encore fait souder parfaitement de pareils tourillons à un épais collier que je faisois river autour du creuset. Ces tourillons ramollis par la chaleur, quelque gros qu'ils aient été, ont toujours cédé, ils n'ont pû résister à la pesanteur du creuset chargé de métal; au lieu que les anses n'ont jamais manqué: les tourillons sont posés horisontalement, & les anses verticalement. Par la loi du levier, le poids agit avec plus de succès contre ces tourillons que contre les oreilles, par rapport auxquelles l'effet du levier est absolument nul.

Contre le mur du fourneau doit être scellée une potence mobile autour de deux pivots; son usage déterminera la hauteur où elle doit être, la force & dimensions de ses parties: elle porte un levier, dont un bras est considérablement plus long que l'autre. Au bras plus court, tient une chaîne terminée par un crochet, qu'on arrête à l'anse du creuset. Alors, la force d'un seul homme appliqué sur le long levier, enleve le creuset, le fait tourner & le pose sur la table du fourneau. On peut accourcir le plus long des bras de ce levier, si on veut compenser, par le poids dont on le chargera, l'avantage qu'on lui fera perdre en le raccourcissant.

Quelque simple que soit cette manœuvre, elle a été jusques ici assez négligée; les Ouvriers accoutumés au feu, s'en approchent avec une hardiesse surprenante. Après avoir écarté les charbons qui entouroient le creuset, & avoir un peu amorti leur ardeur avec un seau d'eau, ils montent deux sur le fourneau, passent une barre ou ringard de fer dans l'anse du creuset, & prenant chacun par un bout ce ringard, ils l'enlevent & le posent sur le fourneau. C'est néanmoins une opération qui ne sçauroit se faire, sans que leurs jambes soient exposées à s'échauffer violemment. Le vrai est, que j'ai cherché à les défendre contre le feu, en les faisant recouvrir de guêtres, qui sont précisément de petits matelas. Elles ont deux épaisseurs de toile, entre lesquelles de la laine est renfermée, & n'est piquée que loin à loin. Je me suis sçu grand gré d'avoir pensé à ces guêtres. Un jour où devant moi, deux Ouvriers chargés d'un creuset qui tenoit plus de deux cents livres de fer fondu, voulurent l'élever trop, pour le verser dans un moule, ils ne se trouverent pas assez en force pour le retenir; ils le laisserent tourner: il versa toute sa matiere entr'eux deux. Je leur croyois les jambes brûlées; mais les guêtres les avoient si bien défendues, qu'à peine furent-elles attaquées de quelques petites dragées de métal: le travail de ces Ouvriers ne fut pas même interrompu, par un événement qui m'avoit si fort effrayé pour eux.

Le creuset étant tiré du fourneau, il reste à le conduire sur les moules: si on en avoit peu, & que les circonstances permissent de les arranger près du fourneau, on l'y pourroit conduire au moyen d'un levier mobile sur un pivot, & d'une maniere équivalente à celle qui est représentée dans la Planche. Mais dans le plus grand nombre des cas, on ne pourroit verser le métal dans les moules, par le moyen d'une machine fixe: j'ai tenté d'en employer une mobile sur des roues. Mais pendant qu'on la construisoit, je donnai aux Ouvriers des moyens assez simples, de porter eux-mêmes à bras le creuset. Cette maniere d'opérer leur a paru si commode & si prompte, ils s'y sont accoutumés si vîte, qu'ils n'ont pas même voulu essayer la machine, & que je n'ai pas cru devoir m'obstiner à leur donner un secours dont ils vouloient se passer.

Lorsque le creuset a été enlevé du fourneau, on le pose dans une armure de fer, qui a quelque ressemblance avec l'espece de cuiller, où nous avons vû mettre la poche, la marmite de la *Pl. IV.* Cette armure ne peut être comme celle de la poche sous le creuset, pendant qu'il est dans le fourneau; elle en sortiroit trop molle pour soutenir le creuset. C'est une espece de boîte à jour; elle consiste dans un collier de fer, dont le diametre surpasse celui du creuset de plus d'un pouce. Deux bandes de fer qui se croisent à angles droits, forment le fond de cette espece de boîte ou de cette armure. Elles sont chacune coudées verticalement, pour venir joindre le collier, sur l'extérieur duquel elles sont rivées en quatre endroits différents. La distan-

ce entre leur coude & le bord ſupérieur du collier, eſt telle que le creuſet trouve, pour ſe loger, une profondeur à peu-près égale à la moitié de ſa hauteur.

Une de ces bandes eſt encore recourbée à angles droits, immédiatement au-deſſus de l'endroit où elle eſt rivée contre le collier. Ses deux bouts ſaillent horiſontalement de quatre à cinq pouces. Ils forment deux forts tenons, de quatre faces égales entr'elles, mais chacune un peu plus large à ſon origine qu'à ſon extrémité. Deux autres bandes de fer, ou plutôt deux montants, s'élevent perpendiculairement au-deſſus des endroits du collier, d'où partent les tenons précédents. La baſe de ces montants eſt plus large que leur tige, & eſt échancrée au milieu; ce qui donne le moyen de la river contre le collier en deux endroits différents, ſans que le coude, d'où part un tenon, y faſſe obſtacle. La hauteur de chacun de ces montants ſurpaſſe au moins d'un pouce & demi le plus haut des creuſets qui ſera mis dans l'armure; elle eſt d'environ 16 à 17 pouces. La même peut ſervir à des creuſets de différents diametres, & de différentes hauteurs. L'uſage de ces deux montants, eſt de donner le moyen d'arrêter fixement dans l'armure, le creuſet qui y eſt entré à l'aiſe, & qui y eſt comme flottant. Ils ſont l'un & l'autre percés d'outre en outre, par des entailles correſpondantes: il y a deux rangs d'entailles dans chacun. Dès que le creuſet eſt en place, on fait entrer une clavette, dont un des bouts ſe termine en pointe, dans une des entailles du montant, & on la pouſſe dans une entaille de l'autre. On choiſit deux entailles, telles que la clavette ne puiſſe s'y loger entiérement, ſans rencontrer & preſſer le bord ſupérieur du creuſet en deux endroits; elles ſont toujours aiſées à rencontrer: car depuis le commencement de la premiere, juſqu'à la derniere, chacune des bandes eſt entaillée tout du long, parce que, comme nous venons de le dire, les entailles ſont diſtribuées en deux rangs: & ainſi il eſt aiſé de les diſpoſer, de façon que le milieu de l'une ſe trouve preſque vis-à-vis les bouts des deux autres.

Au reſte, la manœuvre ici eſt auſſi prompte que ſolide; on laiſſe deſcendre dans l'armure le creuſet qu'on a retiré du fourneau: il y entre ſans peine, parce qu'elle le ſurpaſſe en diametre. Dès qu'il y eſt, on fait paſſer la clavette au travers des montants; un coup ou deux de marteau la forcent à tenir le creuſet ſuffiſamment gêné.

Il n'y a plus qu'à porter le creuſet ainſi aſſujetti; les tenons, dont nous avons parlé, en donnent le moyen. Ils doivent s'emboîter dans deux inſtruments ſimples: ce ſont deux ringards ou deux barres de fer, longues d'environ trois pieds & demi, ou quatre pieds, qui, à un de leurs bouts, ont une douille; dont la cavité eſt proportionnée à la figure & groſſeur des tenons. Deux hommes ſe ſaiſiſſent chacun d'un de ces leviers, & chacun fait entrer un des tenons dans la douille du ſien. Alors, ils n'ont plus qu'à porter le creuſet où ils veulent; ſi la quantité de métal que contient le creuſet, eſt une charge trop lourde pour deux hommes, on y en emploiera quatre, deux ſur chaque levier, ou davantage, s'il en eſt beſoin.

Nous avons averti ailleurs, que la fonte qui eſt verſée dans les moules doit être nette, qu'elle ne doit entraîner avec elle, ni cendre, ni matiere vitrifiée, ni charbons: & nous avons dit, comment les Ouvriers qui ſe ſervent du fourneau à manche, l'écument. Leur pratique ne m'a pas paru convenir, lorſque j'ai fait fondre dans les grands creuſets, dont nous venons de parler. En découvrant ici la fonte, on expoſe à l'air une trop grande ſurface. Le métal perdroit trop de ſa fluidité; il y en auroit toujours une quantité conſidérable qui ne pourroit être verſée dans les moules, quand il y en a un grand nombre à remplir. La manœuvre, quoique prompte, ne le ſeroit pas aſſez pour de la fonte expoſée à l'air. Un petit expédient, qui ſe trouve ici d'une grande conſéquence, donne la facilité de verſer la fonte très-pure, ſans avoir beſoin de la nettoyer, & la laiſſant même recouverte d'une partie des charbons que le creuſet a emportés. Toute la craſſe eſt à la ſurface, il ne s'agit donc que de ne point verſer la fonte de la ſurface; & en voici le moyen. Le creuſet a un bec pareil à celui d'un pot à l'eau; le jet en eſt plus aiſément dirigé. A un pouce de ce bec, je fais mettre une petite cloiſon, qui ſurpaſſe le bord du creuſet de quelque choſe, & qui deſcend juſqu'à environ deux pouces du fond. Une tuile, un peu ceintrée, forme cette cloiſon; on l'ajuſte, quand on lute le creuſet par-dedans; les bords de la cloiſon ſont engagés dans le lut. Le creuſet ne ſçauroit être rempli, que le petit eſpace qui eſt entre la cloiſon & la partie du creuſet où eſt le bec, ne ſe rempliſſe, puiſqu'il y a une communication par en bas.

Cette diſpoſition conçûe, on concevra comment on peut toujours verſer de la fonte pure. Quand le creuſet a été arrêté dans l'armure, on emporte ſeulement le gros des charbons: un ſeul coup de balai y ſuffit. Mais auſſi-tôt on nettoye bien avec un crochet de fer, la fonte qui ſe trouve dans l'eſpace compris entre le bec & la cloiſon. Les gros charbons & la matiere vitrifiée étant enlevés, on ſouffle ſur cet endroit, avec un ſoufflet à main, pour emporter toute la poudre du charbon qui pourroit y être reſtée. Cet endroit qui eſt ainſi parfaitement découvert,

vert, n'eſt pas la centieme partie de la ſurface de la fonte. C'en eſt cependant aſſez; car quand le creuſet va verſer, la fonte qui coulera, coulera par le bec, & viendra d'entre ce bec & la cloiſon. Or, ce ſera toujours celle du fond du creuſet, qui fournira à l'écoulement : il n'en ſortira donc que de pure, parce que les charbons & les autres craſſes ſurnâgent toujours dans le creuſet.

On pourra donner une manche à notre fourneau d'affinerie, & alors on augmenteroit encore ſon effet, & on diminueroit, en même temps, la conſommation du charbon. Le creuſet étant mis en place, il n'y auroit qu'à rapporter deſſus, cette tour qu'on appelle *manche*. Elle pourroit n'être qu'un chapiteau de terre de figure conique, pareil à ceux de bien des fourneaux, & entr'autres, de ceux où on fond dans les monnoies : mais fait de tôle ou de plaques de fer forgé, enduites de terre par-deſſus, il n'en ſeroit que plus durable.

Il y a deux manieres, dont on peut expoſer alors, à l'ardeur du feu, la fonte. La premiere eſt, de la concaſſer par petits morceaux, qu'on mettra à différentes charges, par l'ouverture ſupérieure de la tour, comme nous l'avons déja vû pratiquer : avec cette ſeule différence, que l'on pourra compoſer chaque charge de morceaux plus grands & plus épais.

La ſeconde maniere, eſt de fondre les morceaux de fontes entieres, ou même de fondre des gueuzards ou des gueuzes. Alors on les placera près de la thuyere, comme on le pratique dans les affineries ordinaires, & comme nous l'avons fait pratiquer dans les nôtres. Pour cela, la tour aura en bas une échancrure proportionnée aux dimenſions des morceaux que l'on voudra fondre. On jettera tous les charbons par l'ouverture ſupérieure. L'ardeur du feu étant ainſi renfermée, & le vent étant obligé de faire plus d'effort pour s'échapper, on doit fondre conſidérablement plus de métal dans le même temps. Mais je n'ai pû parvenir encore à faire faire uſage de cette manche, ni de l'une ni de l'autre façon. La fuſion ſe fait bien & vîte, quoique les charbons ſoient à découvert : la conſommation en eſt plus grande ; mais ce n'eſt pas une raiſon ſuffiſante, pour déterminer à prendre une pratique nouvelle, des Ouvriers qui ne travaillent pas pour leur compte.

Quand on n'a à remplir qu'un grand moule, comme celui d'un vaſe, d'un balcon, on peut s'épargner la peine de retirer le creuſet du fourneau. Alors, le creuſet aura près de ſon fond une ouverture de ſept à huit lignes de diametre, le plus ou le moins ſera réglé par la groſſeur qu'on veut au jet de fonte. Pour avoir une ouverture de cette grandeur, on en percera pourtant une plus conſidérable dans le creuſet, dans laquelle on fera entrer une eſpece de douille ou une piece de fer forgé, qui, en-dehors du creuſet, aura la forme d'un pavillon d'entonnoir, dont l'axe eſt horiſontal. La même piece pénétrera de quelques pouces dans l'intérieur du creuſet : là, elle ſera faite en cylindre creux. Cette piece doit être bien aſſujettie contre le creuſet. On bouchera par dehors ſon ouverture, ſoit avec un bouchon de terre, ſoit avec un bouchon de fer forgé, nud, ou revêtu de terre. J'ai éprouvé qu'on le peut de ces trois façons. Il eſt pourtant mieux que le bouchon ſoit de fer, & qu'il ait aſſez de longueur pour ſortir de pluſieurs pouces hors du fourneau. Ce fourneau aura une ouverture dont le milieu ſera à peu près à la hauteur de l'entonnoir dont nous venons de parler, d'environ 2 pouces en quarré. Le manche du bouchon ſortira par cette ouverture, où il y aura même une piece de fer aſſujétie horiſontalement, deſtinée à le ſoutenir. On remplira à l'ordinaire le creuſet de métal fondu, & quand il en contiendra aſſez, on poſera un écheneau de fer forgé, au-deſſous de l'entonnoir. Cet écheneau eſt une bande de fer qui a été pliée en goutiere. Sa longueur eſt déterminée par la diſtance qu'il y a du creuſet à l'endroit où doit être placée l'embouchure du jet du moule. La grille qui ſoutient le creuſet, porte un des bouts de l'écheneau qui peut être encore ſoutenu vers le milieu par une barre de fer pareille à celle qui ſupporte le bouchon du creuſet, & placée plus bas : afin même de choiſir des places convenables à ce ſupport, ſelon les différentes inclinaiſons que l'écheneau pourra demander, il ſera porté là par deux crémailleres, ſcellées l'une & l'autre verticalement contre les bords extérieurs de l'ouverture du fourneau à laquelle nous ſommes arrêtés.

On peut attendre à mettre cet écheneau en place juſqu'à ce qu'on ſoit prêt de couler, & alors on doit l'y mettre tout rouge ; mais le mieux eſt de le mettre plutôt à froid, & de diſpoſer tout autour & au-deſſous des tuileaux qui ſoutiendront des charbons allumés, parce qu'il eſt mieux qu'il ſoit très-chaud quand le métal y coulera. *On trouvera dans la ſuite de cet Ouvrage, un deſſein qui repréſente cette diſpoſition de l'écheneau, & le fourneau même; il ſuppléera à ce qui pourroit manquer de détails à notre deſcription.*

Le moule étant en place, c'eſt-à-dire, mis de façon que le bout de l'écheneau ſe trouve préciſément ſur l'embouchure du moule, lorſqu'on a ſuffiſamment de matiere fondue, pour la faire couler, il n'y a ſouvent qu'à retirer le bouchon du creuſet.

Quelquefois pourtant la matiere ne coule pas dès que le bouchon a été tiré : il s'en fige quelquefois un peu dans le tuyau où elle doit paſſer, quand on n'a pas été aſſez attentif à bien chauffer le deſſous du creuſet. Mais pour ce cas on aura tout prêt un petit ringard pointu dont le diametre ſera moindre que le diametre du conduit qui pénetre dans le creuſet. En le pouſſant avec la main on le fera entrer dans ce conduit, le plus avant qu'il ſera poſſible, & enſuite on donnera quelques coups de marteau ſur ſon gros bout pour le forcer à s'introduire dans le creuſet, juſqu'où la fonte eſt fluide. A meſure qu'on le retire, le courant de métal le ſuit ; il ſe rend dans la partie extérieure de l'entonnoir, & de-là coule dans l'écheneau qui le conduit dans le moule.

Quand il paroît plein, on remet le bouchon au creuſet. Et ſi on juge qu'il y reſte aſſez de matiere pour remplir un ſecond moule, on l'apporte dans la place du premier, & on répete la premiere manœuvre, ou on attend à la répéter qu'on ait fait fondre de nouveau métal, ſi on eſtime que le creuſet nauroit pas de quoi fournir aſſez.

Quelles que ſoient au reſte les eſpeces de fourneaux, & les eſpeces de creuſets dont on veuille ſe ſervir, on ſe ſouviendra d'un précepte qu'on peut déduire de ce que nous avons déja dit en paſſant ; c'eſt qu'on fera enſorte que le fer ſoit mis en fuſion le plus promptement qu'il ſera poſſible. Si on fait ſouffrir une chaleur trop foible au fer qu'on veut fondre, il perd peu-à-peu de ſa fuſibilité, & paſſe enfin à un état où il n'eſt plus poſſible de le rendre fluide : j'ai vû pluſieurs fois des Fondeurs déſolés de ne pouvoir venir à bout de fondre du fer qu'ils avoient mis dans des creuſets de terre où ils le faiſoient chauffer auſſi vivement qu'il étoit poſſible de le faire dans leurs fourneaux ordinaires ; la quantité de métal qui auroit dû être entiérement en bain après une heure de ce feu, au bout de cinq à ſix heures n'avoit pas donné une ſeule goutte fluide. Après les avoir queſtionnés ſur la façon dont ils avoient conduit leur feu, j'ai toujours appris qu'ils avoient commencé par ſouffler négligemment & à diverſes repriſes.

Un autre précepte encore, c'eſt de s'attacher à rendre la fonte très-liquide, & à lui conſerver ſa liquidité juſqu'à l'inſtant où elle entre dans les moules ; mais que ce ſoit par la ſeule ardeur du feu qu'on la rende ainſi liquide ; que pour y mieux réuſſir, on n'y mêle point de fondants, au moins pour les ouvrages ordinaires. Ceux qui contribuent à la mieux fondre, lui donnent des diſpoſitions contraires à l'adouciſſement qu'on veut lui procurer. Dans une épreuve où je faiſois adoucir divers ouvrages de fer fondu, il y en avoit que j'avois placés plus favorablement qu'aucuns des autres, & que j'avois envie qui fuſſent les mieux adoucis : tous les autres le furent parfaitement, & ceux-là ſeuls le furent très-médiocrement. Je cherchai avec inquiétude à démêler la cauſe d'un ſuccès ſi contraire à mon attente, juſqu'à ce que le Fondeur m'eût avoué que pour mieux fondre ſon fer, & plus promptement, il avoit jetté du ſoufre dans le creuſet.

Je ne prétends pas néanmoins exclure les fondants dans toutes circonſtances, ni toutes les eſpeces de fondants. Je donnerai ailleurs des obſervations que j'ai faites ſur ceux qu'on peut employer, & ſur les cas où on peut les employer ; mais que les Fondeurs ne s'aviſent pas d'en mettre indiſtinctement dans les ouvrages ordinaires, dans ceux qu'ils ne voudront pas rendre plus difficiles à adoucir.

Les Fondeurs ſçavent qu'il importe que les moules dans leſquels ils ont à couler du métal, ſoient très-ſecs ; c'eſt quelque choſe de les bien ſécher. Mais on s'attachera encore à les tenir les plus chauds qu'il ſera poſſible, lorſqu'ils ſeront prêts à recevoir notre fer fondu. Il eſt certain que plus ils ſeront chauds, & moins le métal s'épaiſſera en coulant dedans ; plus il ſera en état de les remplir. On ne ſçauroit donc leur donner un trop grand degré de chaleur, pourvû qu'on le leur donne avec des précautions qui empêchent qu'il ne s'y faſſe intérieurement des fentes ou des gerçures. Les chaſſis des moules en ſable ſont de bois, & parlà peu en état d'être expoſés à un grand feu. Loin que je voie de l'inconvénient à faire de fer de pareils chaſſis, nous aurons dans la ſuite occaſion de rapporter bien des raiſons qui doivent déterminer à ne ſe ſervir que de ceux-là.

Après même que le fer fondu a été jetté dans les moules, ſouvent il exige encore l'attention du Fondeur. On ſçait qu'il eſt extrêmement caſſant ; mais nous devons apprendre qu'il l'eſt au point de ſe caſſer de lui-même dans les moules, ſans recevoir aucun coup. Quand on veut retirer les pieces, qui d'ailleurs étoient bien venues, quelquefois on les trouve caſſées preſque d'outre en outre ; quelquefois elles ont ſeulement de légeres bleſſures, mais qui les affoibliſſent toujours, & les rendent pour l'ordinaire des pieces inutiles : cet accident n'arrive guere qu'à celles qui ſont minces, & il arrive ſurtout à celles qui ſont minces & grandes. Notre fer fondu eſt preſque caſſant comme le verre, & il ſe caſſe de même ſi on le laiſſe refroidir trop ſubitement : on doit donc chercher à prévenir cet accident par un expédient ſemblable à celui qui conſerve entiers les ouvrages de verre ; auſſi tôt que ces ouvrages ſont faits, on les porte dans des four-

neaux dont la chaleur entretient pendant quelque temps celle du verre; elle ne la laiſſe diminuer que peu-à-peu : le verre ainſi refroidi peu-à-peu conſerve la figure qu'on lui a fait prendre. Avec une précaution équivalente, on empêchera ſûrement les ouvrages de fer fondu de ſe caſſer, quelque minces qu'ils ſoient; &, je le répete, ce ne ſont que les minces qui exigent de l'attention. Dans une manufacture, on fera la dépenſe d'un four ſemblable à ceux des Boulangers & Pâtiſſiers; on le chauffera comme les leurs avec le bois; on le tiendra chaud pendant tout le temps qu'on jettera du fer en moule. Auſſi-tôt que la matiere y aura été jettée, on ouvrira les moules, on en retirera l'ouvrage tout rouge; & ſans perdre un inſtant, on le mettra dans le four où il ſe refroidira peu-à-peu.

Sans faire la dépenſe de bâtir un four, j'ai conſervé les ouvrages les plus minces, les plus délicats d'une maniere qui peut être pratiquée partout; ç'a été de faire allumer un tas de charbon tout auprès des moules : dès que le fer avoit été coulé, je les faiſois ouvrir; j'en retirois l'ouvrage que j'enfonçois ſur le champ dans le tas de charbon.

L'avidité du Fondeur eſt ſouvent cauſe que les ouvrages minces ſe caſſent dans les moules. Quoiqu'ils n'aient que de petites pieces à mouler, ils les mettent autant en riſque de ſe caſſer, que ſi elles étoient conſidérablement plus grandes & auſſi minces : & cela parce qu'ils rempliſſent leurs chaſſis du plus grand nombre d'empreintes qu'il eſt poſſible, qui toutes ſe communiquent. Ces empreintes de différents ouvrages, ou du même ouvrage répété, mettent chaque ouvrage preſque dans le riſque où il feroit s'il avoit une grandeur approchante de celle du chaſſis, & plus que s'il avoit ſeul celles de toutes les autres pieces enſemble. En voici la raiſon : par une ſeule & même ouverture du chaſſis, ils verſent la matiere qui doit remplir les différentes empreintes; par conſéquent toutes les pieces qui ont été moulées ſe communiquent par des tuyaux, par des eſpeces de canaux, des jets. Ces jets ſe rempliſſent, comme le reſte, de matiere qui s'y fige; toutes les pieces du moule ſe trouvent liées enſemble, ou n'en faire qu'une qui a des découpures. Or, il eſt aiſé de voir pourquoi plus une piece eſt grande, plus elle eſt expoſée à ſe caſſer; car elle ne ſe caſſe que parce que toutes les parties ne diminuent pas de volume, ne ſe retirent pas en même proportion; s'il y en a qui ne ſuivent pas les autres, là ſe fait une fracture. Un corps d'une matiere extrêmement caſſante, comme le verre, expoſé à l'air ſe caſſeroit en ſe refroidiſſant par cette ſeule raiſon : mais un corps d'une matiere un peu moins caſſante, comme notre fonte, peut ſe caſſer dans des moules, dans des circonſtances où il ne ſe caſſeroit pas au milieu d'un air qui auroit ſeulement le degré de chaleur des moules. Les parties des pieces qui ſont engagées dans le moule, pour ſe retirer, ont à vaincre la réſiſtance que leur oppoſe le ſable, contre lequel elles frottent; & cette réſiſtance eſt d'autant plus grande, & d'autant plus conſidérable par rapport à l'ouvrage, que cet ouvrage a plus de ſurface, & moins d'épaiſſeur.

Il eſt rare que les groſſes pieces ſe caſſent dans les moules; & cela parce que plus elles ſont épaiſſes, plus lentement elles ſe refroidiſſent, & plus auſſi elles ont de force pour vaincre les frottemens. D'ailleurs la réſiſtance qu'elles trouvent dans le ſable eſt moindre, proportionnellement à leur volume, la réſiſtance étant à peu près en raiſon des ſurfaces.

Si les Fondeurs veulent abſolument remplir beaucoup de leurs chaſſis, au moins devroient-ils y multiplier les ouvertures par où ils jettent le métal fondu; ils ne feroient plus dans la néceſſité d'ouvrir tant de canaux de communication.

Quand ils feront faire des modeles de nouveaux ouvrages; qu'ils évitent de faire trouver une partie groſſe, très-renflée, tout auprès d'une partie mince de quelque étendue : autrement, dans l'ouvrage qui aura été coulé en fer ſur ce modele, la partie mince ſera en riſque de ſe caſſer dans le moule; elle ſe refroidit plus vîte que celle qui eſt épaiſſe : elle ſera encore en riſque de mal venir. Mais ſi l'ouvrage demande abſolument qu'il y ait des parties très-groſſes, très-renflées, qui tiennent à des parties minces; le plus ſûr ſera de mettre des noyaux dans les endroits renflés, afin qu'ils viennent creux; la forme de l'ouvrage n'en ſera point changée, & les endroits qui auront été conſidérablement trop épais, n'ayant plus qu'une épaiſſeur proportionnée à celle des parties minces, avec leſquelles ils tiennent, il n'y aura plus la même diſpoſition à s'y faire des vuides qu'on ne veut pas. La maniere de tirer les jets contribue encore extrêmement à faire venir les pieces avec plus ou moins de ſoufflures : il y auroit bien des préceptes à donner, ſi on vouloit en donner pour tous les cas qui ſe peuvent préſenter; mais un ſeul avis peut diſpenſer d'entrer dans ce détail. Quand il ſera arrivé qu'une piece ſera mal venue, parce que quelque partie ne ſe ſera pas bien remplie, on tirera les jets d'une autre façon la ſeconde fois qu'on moulera cette piece; on n'aura pas varié ces tentatives trois à quatre fois, par rapport aux pieces les plus difficiles, qu'on parviendra à trouver la bonne direction des jets, & une

fois trouvée, c'eſt pour toujours pour de ſemblables pieces.

Il eſt arrivé à des pieces que je n'avois pas miſes refroidir à une chaleur douce, de ſe caſſer pluſieurs heures, & même un jour, après qu'elles avoient été entiérement refroidies : cet accident arrive auſſi quelquefois au verre. M. Homber, pour conſerver les verres à qui il avoit fait prendre l'empreinte des pierres gravées, les égriſoit tout autour : & il prétendoit qu'alors ils étoient hors de riſque. On défigureroit nos ouvrages de fer fondu ſi on les égriſoit ; on pourroit tout au plus faire cela à leurs jets : mais cet accident m'a paru ſi rare, qu'il ne me ſemble pas être de ceux à qui il importe beaucoup de trouver remede : & je doute même que les ouvrages, qui, après avoir été tirés du moule, auront été refroidis au milieu des charbons, y ſoient ſujets.

Un dernier avertiſſement, que je donnerai encore aux Fondeurs, ſera de faire les jets, les canaux qui conduiſent la matiere dans le creux des moules, les plus minces qu'il leur ſera poſſible, qu'ils ne donnent aux jets & évents, que ce qui eſt néceſſaire pour que la matiere coule facilement, qu'ils compenſent autant qu'ils pourront par la largeur, ce qu'ils donneroient en profondeur, au moins lorſqu'il s'agira d'ouvrage qu'on aura beſoin d'adoucir. Il ſeroit déſagréable d'être obligé d'adoucir avec eux, tous les jets qui y tiennent : il faut donc caſſer les jets. Or, s'ils ont l'épaiſſeur, ou une épaiſſeur approchante de celle de quelques-unes des parties de l'ouvrage, dans le temps qu'on frappera ſur le jet, il arrivera ſouvent qu'on caſſera quelques-unes des parties minces, qui ne ſeront pas expoſées à cet accident, ſi les jets ſont minces.

Quand il y a de gros jets, & qu'on veut abſolument les abattre, tout ce que j'ai trouvé de plus ſûr, c'eſt de mettre l'ouvrage à la forge, & de le faire rougir, ſur-tout où on veut le caſſer ; on le portera enſuite ſur l'enclume ; on fera enſorte que la partie qu'on veut ſéparer du reſte, n'y poſe point à faux : on mettra deſſus un ciſeau, & on frappera ſur le ciſeau, comme pour lui faire couper du fer forgé, mais pourtant à petits coups.

Fin du ſecond Mémoire.



TROISIEME



TROISIEME MEMOIRE.

Essais de différentes matieres pour adoucir le Fer : quelles sont celles que ces essais ont montré y être les plus propres.

Nous supposons, qu'au moyen des Arts connus, de la fonte blanche & bien affinée, a été fondue & jettée dans des moules, dont elle a rempli exactement les empreintes ; en un mot, qu'on a, ou qu'on peut avoir des ouvrages de fer fondu bien conditionnés, mais qu'il reste à les adoucir, pour leur ôter partie de leur roideur, & sur-tout leur dureté, & les mettre en état de se laisser réparer. L'importance dont ce secret m'avoit paru, me l'a fait chercher il y a déja long-temps, & même avant que je songeâsse à celui de convertir le fer en acier. Il n'y avoit pas de doute, qu'il ne fallût faire agir le feu, pour opérer dans le fer fondu un changement pareil à celui que je souhaitois; mais je croyois avoir preuve, que l'on ne devoit pas l'attendre de l'action immédiate du feu, dans les contre-cœurs des cheminées des grosses cuisines, qui conservent leur dureté, quoiqu'ils aient resté, pendant longues années, en une place où ils ont été chauffés vivement, & à bien des reprises. Quoi qu'il en soit de cette idée, que nous examinerons davantage dans la seconde Partie, je pensai qu'il falloit renfermer dans des creusets le fer fondu qu'on cherchoit à adoucir, & l'entourer de matieres qui, avec le secours du feu, seroient capables de produire cet effet.

Après diverses tentatives, dont quelques-unes m'avoient fait croire que j'étois dans la bonne voie, j'abandonnai, pour quelque-temps, ce travail, pour suivre celui de la conversion du fer en acier, qui étoit en quelque sorte la matiere du temps; tous les jours on voyoit gens qui se présentoient avec ce prétendu secret, & qui répondoient mal aux espérances qu'ils vouloient donner. J'ai dit que j'abandonnai mes expériences sur le fer fondu, pour suivre celles de la conversion du fer en acier; j'aurois dû dire que je crus les abandonner : je les continuai réellement en travaillant à convertir le fer en acier, mais d'abord sans y penser. Je me trouvai bien du chemin fait pour adoucir le fer fondu; je me vis dispensé de bien des expériences composées, par lesquelles il eût fallu passer, avant de parvenir aux expédients simples qui suffisent ici, lorsque je fis réflexion à ce que nous avons prouvé ailleurs (*Art de convertir le fer en acier*) sur la composition de l'acier, sur son véritable caractere, sur ce qui le différentie essentiellement du fer, sur le caractere que nous avons donné de la fonte de fer; & sur-tout, lorsque je fis attention à la maniere de rectifier les aciers, qui ont le défaut de se laisser difficilement forger, ou ce qui est la même chose, à la maniere de décomposer l'acier, que nous avons rapportée dans le huitieme Mémoire de l'Art de convertir le fer en acier.

En Physique, l'expérience & le raisonnement doivent s'entr'aider ; ceux qui ne veulent que des expériences, & ceux qui ne veulent que des raisonnements, s'ôtent la moitié des secours nécessaires pour avancer dans la Physique utile. Toutes mes réflexions & toutes mes expériences sur la nature du fer & de l'acier, m'avoient donc appris qu'en convertissant le fer en acier, on le rapprochoit du premier état où il avoit été ; que plus il étoit, pour ainsi dire, acier, plus il étoit proche de redevenir fonte de fer ; que les aciers trop pénétrés de sels & de soufres, avoient de commun avec la fonte, de se laisser forger difficilement, & de se laisser plus aisément ramollir par le feu, que l'acier & le fer ordinaire. Nous avons même cru être conduits par ces raisonnements & ces expériences, à conclure (1), que la fonte de fer bien affinée, bien pure, est une sorte d'acier, mais la plus intraitable de toutes. L'acier difficile à forger, devient un acier qui soutient bien le marteau, si on lui enleve ses soufres & ses sels superflus : la fonte a encore plus de soufres que l'acier ordinaire, quel qu'il soit.

Qu'y avoit-il de plus naturel, que de pousser plus loin ces conséquences ? de penser, que si la fonte, le fer fondu, est absolument incapable de soutenir le marteau, & est en même-temps si dure, c'est qu'elle est excessivement pénétrée de soufres & de sels ; que c'est ce qui la rend en même temps plus fusible, plus aisée à ramollir par le feu, que ne sont le fer forgé & l'acier. Je n'eus nulle peine à croire, que des soufres fussent capables d'augmenter, jusqu'à ce point, la dureté d'un métal; on connoît la grande dureté

(1) Art de convertir le Fer en Acier, Mém. 9.

de certaines pyrites, qui ne sont, ni métal, ni pierre, quoiqu'on leur donne souvent ce dernier nom assez improprement, qui ne sont presque que soufres & sels ; qu'on les réduise en poudre, & qu'on les mette sur les charbons, elles y brûlent presqu'entiérement ; elles y flambent comme le soufre commun, & répandent la même odeur. Cependant, ces mêmes pyrites sont si dures, qu'autrefois on en faisoit, pour les arquebuses à roüet, un usage pareil à celui qu'on fait aujourd'hui des cailloux pour les fusils.

Dès que je crus suffisamment établi, que la dureté de la fonte de fer étoit produite par les soufres & les sels dont elle est pénétrée, il me parut que le secret de la ramollir, de l'adoucir, n'étoit que celui de lui enlever une partie de ses soufres ; & que le moyen d'y parvenir, devoit être le même pour le fonds, que celui que nous avons employé pour corriger le défaut des aciers difficiles à forger. Vraisemblablement, les mêmes procédés & les mêmes matieres, qui avoient enlevé aux aciers intraitables leurs soufres superflus, qui pouvoient même ramener ces aciers à être fer, devoient opérer quelque chose de semblable sur les fontes, les mettre en un état approchant de celui du fer forgé. Nous avons vû que les matieres qui produisent ce changement dans les aciers, sont des matieres terreuses des plus alkalines ; & que celles dont l'effet est le plus prompt sur les aciers, sont la chaux d'os, & la craie réduite dans une poudre fine.

Presque sûr du succès de mon expérience, je renfermai dans des creusets des morceaux de fonte blanche, fort minces : ceux de quelques creusets étoient entourés de chaux d'os, & ceux des autres de craie. Je donnai quelques heures de feu à ces creusets, après quoi j'en retirai mes fontes. Lorsque je vins à les essayer, je trouvai tout ce que j'avois espéré, que les fontes de dures, de rebelles à la lime qu'elles étoient, s'étoient ramollies au point de se laisser limer comme le fer.

Je comptai pourtant un peu trop sur ce succès ; j'eus bien-tôt une nouvelle preuve de ce dont on a tant d'expériences, que les conséquences du petit au grand, ne sont pas toujours bien certaines : je fis jetter en moule des pieces de fer fondu d'une grandeur raisonnable, épaisses de plus d'un pouce, ou d'un pouce & demi : elles étoient chargées d'ornements ; je les entourai de toutes parts de chaux d'os ; je les renfermai dans un fourneau pareil à nos fourneaux à acier, où elles pouvoient chauffer sans être exposées à l'action immédiate de la flamme : elles y soutinrent le feu pendant près de deux jours, & ce n'étoit point trop pour leur épaisseur. Lorsque je vins à les tirer du fourneau, je trouvai bien du mécompte ; ce n'est pas que les ouvrages n'eussent été adoucis autant que je me l'étois promis ; ils étoient aisés à travailler : mais ils avoient un défaut qui s'accommodoit mal avec l'espérance des grands usages dont je m'étois flatté ; leurs premieres couches s'en alloient toutes en écailles, les feuillages minces ; les traits délicats qui étoient dans le modele, & qui étoient bien venus dans l'ouvrage moulé, étoient emportés par ces écailles : on eût pu travailler ces pieces ; mais il eût fallu employer bien du temps pour réparer tant de désordres. Ce ne seroit pas assez que d'adoucir le fer fondu de cette façon ; il ne seroit presque d'aucun usage pour les ouvrages délicats.

Les mêmes principes qui avoient conduit à le rendre aisé à travailler, conduisoient à découvrir la cause de cet accident, & me firent espérer d'y trouver remede. Les matieres terreuses, alkalines, se chargent, s'imbibent des soufres dont le fer fondu est pénétré ; mais pendant une longue durée de feu, elles en enlevent trop aux couches les plus proches de la surface ; elles dépouillent les premieres de tout ce qu'elles ont d'onctueux, de ce qui lioit leurs parties : ces parties alors se trouvent désunies, & se détachent à la fin, sous la forme d'écailles friables, semblables à celles qui tombent de dessus le fer qu'on forge au marteau, ou du fer qui a été trop chauffé. Ces écailles sont d'autant plus épaisses, & en plus grand nombre, que l'action du feu a été plus longue. Il n'arrive rien de semblable à des morceaux de fonte, qui ne soutiennent le feu que peu d'heures ; & de-là étoit venu le succès de mes premieres expériences.

Je pensai qu'à ces matieres trop absorbantes, qui ne rendent point au fer ce dont elles se sont saisies, il falloit joindre une autre matiere qui modérât leur effet ; qui, quoiqu'elle ne pût rendre au fer autant qu'on lui ôteroit, fourniroit au moins assez de parties huileuses, pour humecter ce qui se seroit trop desséché ; faire quelque chose d'à-peu-près équivalent, à ce qu'on pratique, quand on chauffe à la forge du fer qu'on cherche à ménager, dont on veut conserver la surface : quoiqu'on veuille que le feu agisse puissamment dessus, on le poudre pourtant en bien des rencontres de sable, de terre fine, & cela pour défendre sa surface contre l'action immédiate du feu.

Quoi qu'il en soit de ce raisonnement, il me détermina à mêler de la poudre de charbon très-fine, avec de la craie ou de la poudre d'os calcinés ; mes expériences sur la conversion du fer en acier, m'avoient assez appris, que, quelque durée de feu que la poudre de charbon soutienne, elle ne se consume point, pourvû qu'elle n'ait point d'air ; qu'ainsi elle seroit toujours en état

d'opérer sur le fer fondu, l'effet que je m'en promettois. Je la mêlai donc en différentes proportions, avec des poudres d'os ou de craie, afin de découvrir le mêlange le plus convenable. Le succès de ces expériences fut aussi heureux, que je le pouvois souhaiter : avec cet expédient, je parvins à adoucir le fer fondu, & à le tenir au feu aussi long-temps qu'il étoit nécessaire, sans qu'il s'en détachât d'écailles.

Quelque sûr, quelque efficace que j'eusse trouvé l'effet du dernier mêlange, quoiqu'il m'eût paru adoucir parfaitement la fonte, & en même-temps l'empêcher de s'écailler, j'ai pourtant voulu essayer s'il n'y auroit point d'autres compositions, dont l'effet fût plus prompt ou plus considérable ; je ne me suis fait grace sur aucunes des expériences que j'ai cru devoir être tentées : je ne rapporterai pourtant ici que les principales, que celles dont il semble qu'on devroit le plus se promettre.

J'ai essayé l'effet de différents sels, & sur-tout des sels alkalis, comme de la soude, de la potasse, &c. j'ai aussi essayé le sel marin. J'ai entouré de ces différents sels des morceaux de fonte : les sels remplissoient tout le vuide du creuset ; seuls, ils n'ont point produit de grand adoucissement, & ont mis le fer fondu en état de s'écailler : d'ailleurs, les frais du travail augmenteroient considérablement, s'il falloit uniquement employer un sel, quel qu'il fût.

Mais j'ai cru devoir tenter, s'il n'y en avoit point quelqu'un qui rendît notre composition plus active. Au mélange des deux parties d'os ou de craie, & d'une partie de charbon, j'ai ajouté des sels suivants, de chacun une partie dans chaque essai : c'est-à-dire, que j'ai pris, par exemple, deux parties d'os, une partie de charbon, & une partie de sel marin ; dans un autre essai, j'ai mis du sel de verre ; dans un autre, du vitriol ; dans un autre, de l'alun ; dans un autre, de la potasse ; dans un autre, de la soude ; dans un autre, de la cendre gravelée ; dans un autre, du salpêtre concentré par le tartre : j'ai employé aussi le tartre. Aucun des sels précédents, ne m'a paru faire de mauvais effets : mais s'ils ont contribué à accélérer l'adoucissement de la fonte, ç'a été peu sensiblement ; les fontes cependant qui étoient entourées de compositions, où des sels alkalis étoient entrés, ont été un peu plus adoucies, & plus promptement que les autres ; & celles où étoient les cendres gravelées, m'ont paru l'emporter sur les autres : on pourroit, je crois, les ajouter avec succès, à la composition, quand on voudra abréger la durée du feu ; mais on peut s'en passer à merveille.

J'ai aussi éprouvé ce que produiroient l'antimoine, le verd de gris, & le sublimé corrosif ; j'ai même employé, d'autant plus volontiers, cette derniere matiere, que j'avois oui dire qu'on s'en étoit servi avec succès pour l'adoucissement des fers fondus ; mais elle a plutôt retardé, qu'avancé l'effet des matieres avec lesquelles elle étoit mêlée. Pour l'antimoine, il a gâté le grain de la fonte, & l'a empêché de s'adoucir : il a fait plus ; l'effet d'une fournée entiere, où étoient quantité d'ouvrages de fer fondu, fut arrêté par un peu d'antimoine que j'avois fait entrer dans la composition qui entouroit le fer que j'avois mis dans un petit creuset. Ce petit creuset étoit, comme tous les grands ouvrages de fer, placé dans la caisse ou le grand creuset. Quoique j'eusse eu soin de luter ce petit creuset, presque tous les ouvrages qui l'environnoient resterent durs ; quelques-uns même s'écaillerent assez considérablement. Le verd de gris n'a point fait de mal, & peut-être a-t-il fait quelque bien.

Au charbon de bois, j'ai substitué, en même poids, le charbon de savate réduit en poudre ; on s'en sert avec succès pour les recuits de fer, & sur-tout pour les trempes en paquet : mais je n'ai pas reconnu, que cette poudre eût ici aucun avantage sur celle du charbon ordinaire.

Il n'y avoit pas lieu de se promettre, que des matieres huileuses fussent propres à avancer l'opération ; cependant, comme il faut être extrêmement en garde contre les raisonnements, même les plus vraisemblables, & qu'il est toujours bon de les confirmer par de nouvelles preuves, j'ai abreuvé des matieres terreuses de suif fondu, qui alors ont moins produit d'effet que lorsqu'elles ont été seules.

Pour m'assurer si nos poudres, soit d'os calcinés, soit de craie, méritoient d'être préférées à d'autres matieres insipides ou alkalines ; j'ai mis en pareil poids, que dans mes autres essais, de la chaux vive, de la chaux éteinte, des terres à Potier réduites en poudre fine, du verre pilé. La chaux a adouci la fonte ; mais elle ne lui a pas donné tant de corps que nos deux autres matieres. La terre à Potier, la glaise l'adoucit assez bien, mais elle la fait plus écailler. Le gyps, ou plâtre transparent, est de toutes les matieres, celle qui est le plus à craindre pour produire des écailles.

De sorte, qu'après avoir examiné les différentes matieres que j'ai pu soupçonner propres à être employées pour notre opération, je n'ai rien trouvé de mieux que les os calcinés & la craie.

Notre Art sembloit fait pour fournir des preuves de la différence qu'il y a entre le travail en petit & le travail en grand. Nous

en avons déja rapporté un exemple, lorsque nous avons parlé de l'accident auquel nous avons imaginé de remédier par la poudre de charbon : un autre événement nous en a donné une nouvelle preuve plus singuliere. Il n'est que trop ordinaire à ceux qui semblent révéler des secrets au Public, de se réserver ce qu'il y a de plus important : on donne en avare : on veut paroître donner, pour faire voir qu'on a ; mais on garde les coups de Maîtres, certains tours de main, certaines observations essentielles ; l'observation dont nous voulons parler, cachée, ce qui peut assurer le succès de notre Art, le seroit. Dans nos essais en petit, la craie réduite en poudre, & la chaux d'os, ont été de pair : nous n'avons pû découvrir aucune différence dans leurs effets. Dans les premiers essais que je fis en grand, je me servis de chaux d'os ; ils réussirent à souhait : ayant dans la suite à faire un autre essai en grand, & ne me trouvant pas ma provision de chaux d'os, j'employai la craie sans hésiter : cette épreuve me fit reconnoître que les os ont sur la craie des avantages si considérables, qu'il est surprenant qu'ils m'eussent échappé dans les épreuves en petit : dans une durée du même degré de feu, près d'une fois plus longue, la craie produit à peine autant d'effet que les os. Quelque considérable que soit cet avantage, les os en ont encore un plus important ; ils ne manquent jamais d'adoucir le fer fondu : & il y a une circonstance difficile à éviter ; ou la craie, au moins la craie pareille à celle que j'employai dans l'expérience que je viens de citer, n'opere aucun adoucissement ; ou même, ce qui est plus surprenant, elle rend au fer la dureté qu'elle lui avoit ôté ; c'est quand le feu agit trop fortement. S'il est poussé jusqu'à un degré que nous déterminerons dans la suite, quoiqu'on ne retire les ouvrages de fer fondu du fourneau, qu'après qu'ils y ont resté par-delà même le temps nécessaire, on les trouve aussi durs, que quand on les y a mis. J'ai vû plus ; des pieces que j'y avois mises, déja adoucies, je les ai vûes en sortir dures. Or, il n'est guere possible que dans un fourneau, tout chauffe également ; souvent même une piece un peu grande, ne prend pas par-tout un égal degré de chaleur. Si quelques-unes des pieces, ou quelques endroits des pieces, ont été chauffées par-delà le degré convenable, elles restent dures en entier ou par parties : ce qui étoit ramolli, redevient même dur. C'est apparemment quelque matiere pareille à la craie, qui rendoit si incertain le succès des adoucissements qu'on a tentés autrefois ; ç'a été apparemment un des inconvénients, qui, joints à celui des écailles qui survenoient en diverses circonstances, a renversé cet établissement, & qui a engagé à une infinité de faux frais. Pour les os calcinés, ils adoucissent sûrement & immanquablement, & ils adoucissent d'autant plus vîte, qu'on a fait prendre un degré de chaleur plus considérable aux fers fondus qu'ils environnent.

Il peut donc y avoir de la craie qui ne réussisse bien, que quand on l'emploie pour adoucir des pieces minces, ou que quand on donne un feu très-doux aux grosses pieces, qu'on ne leur fait guere prendre qu'une couleur de cerise : d'où il suit, qu'outre que cette matiere ne procureroit au fer d'adoucissement, que dans un temps plus long que celui que les os demandent, il est toujours dangereux de s'en servir, puisqu'après avoir produit un bon effet, elle pourroit elle-même totalement le détruire. Mais pourquoi cette craie qui a adouci en petit, à feu modéré, n'adoucit-elle pas, & rendurcit-elle même, lorsque la chaleur est plus violente ? & pourquoi la même chose n'arrive-t-elle pas à la chaux d'os ? Ce phénomene est assez singulier, pour mériter que nous en cherchions le dénouement ; nos principes doivent encore nous le donner. Ils ont appris que le fer fondu s'adoucit à mesure qu'il est dépouillé de ses parties sulphureuses & salines. Pour qu'il s'adoucisse de plus en plus, il faut qu'il en sorte de nouveaux soufres & de nouveaux sels, & que les soufres & les sels que le feu en a chassés n'y rentrent plus ; que d'autres matieres se chargent de ces soufres, & de ces sels ; qu'elles ne les laissent plus échapper : c'est ce que la poudre d'os calcinés fait toujours. La plûpart des sels propres aux os, sont volatils : ils leur ont été enlevés pendant la calcination ; leurs soufres ont été brûlés : cette chaux se saisit de tout ce qui s'échappe du fer, & a des places pour les loger : toute craie est bien une matiere absorbante ; mais elle n'est pas si dénuée de soufres & de sels ; ses soufres & ses sels sont fixes ; étant fixes, ils y restent tant qu'elle n'est échauffée, que jusqu'à un certain point : elle s'empare même alors de ceux qui sont ôtés au fer ; pendant tout ce temps, pendant la durée de ce degré de feu, elle contribue à l'adoucissement de la fonte, mais s'échauffe-t-elle davantage ; alors la chaleur a assez de force, pour emporter ses sels & ses soufres, malgré leur fixité ; alors la craie ne prend plus ceux du fer : elle peut même lui en fournir davantage à chaque instant que le feu ne lui en ôte, sur-tout si elle est de l'espece la plus chargée de soufres & de sels : alors elle n'adoucit donc plus le fer ; elle peut même contribuer à l'endurcir ; & c'est ce qui arrive réellement toutes les fois, où de la fonte adoucie, ou commencée à adoucir,

cir, par le moyen de la craie, se trouve ensuite rendurcie par le moyen de cette même craie. Les acides, les sels de la craie sont probablement vitrioliques, & par-là très-difficiles à enlever ; ils ne partent qu'à une très-grande chaleur. Nos expériences sur la conversion du fer en acier (*Mém. I.*), nous ont fait voir, à la vérité, que les sels ne s'introduisent guere dans le fer, qu'à l'aide des matieres huileuses ou sulfureuses, qu'ils ont besoin de ce véhicule ; la craie ne peut peut-être pas fournir assez de ces parties; mais celles mêmes qui s'échappent du fer fondu y peuvent rentrer, après s'être emparés des sels de la craie ; rien n'empêche cette sorte de circulation : le fer fondu a bien une autre quantité de matiere sulfureuse que le fer forgé. La poudre de charbon avec laquelle nous mêlons notre craie, peut aussi donner à ses acides suffisamment de matiere huileuse : la craie est une pierre calcinable, & peut-être que ce n'est que dans l'instant qu'elle devient chaux, qu'elle produit de mauvais effets.

Nous avons déja averti dans la premiere Edition, que l'effet de toute craie peut pourtant n'être pas également à craindre ; il peut y en avoir de plus chargées de sels, & d'autres dont les sels seront plus fixes, & par-conséquent n'en pourront être détachés que par un feu plus violent : mais nous avons encore plus insisté ici sur cette restriction, parce que nous avons trouvé depuis beaucoup de craies qui ne nous ont pas paru produire l'effet de celle qui a donné lieu aux dernieres observations, qui doivent toujours tenir en garde contre cette matiere.

Après tout, dès qu'il s'agissoit de se servir des matieres les plus dénuées de sels, dès qu'on se conduisoit par ce principe, la chaux d'os étoit, de toutes les matieres que nous connoissons, celle qui promettoit le plus; les sels des os, comme ceux de toutes les matieres animales sont volatils, ils peuvent leur être enlevés par la calcination ; après la calcination, on ne leur trouve point ou presque point de sels fixes, comme on en trouve aux différentes especes de cendres. Ils n'ont point de sels de la nature de ceux des minéraux, comme en ont toutes les terres. Veut-on faire des coupelles qui, de toutes les especes de creusets, sont celles qui demandent à être composées de terres plus insipides, plus privées de sels ? c'est la chaux d'os qu'on emploie.

Quoiqu'elle soit la matiere qui doit être prise par préférence à toutes celles que nous avons éprouvées pour nos adoucissements, nous avons vû qu'il falloit songer à modérer l'effet qu'elle produit, en la mêlant avec la poudre de charbon; mais comme cette derniere retarde peut-être l'adoucissement, ou au moins ne l'avance pas autant que le font les os, j'ai cherché, & j'en ai déja averti ci-devant, en quelle proportion il falloit faire ce mélange. Tantôt je n'en ai mis qu'une sixieme partie, tantôt qu'une quatrieme, tantôt qu'une troisieme ; si le feu ne doit pas être long, ces doses peuvent suffire : ou, pour regle encore plus générale, mieux les creusets seront clos, & moins il sera nécessaire d'employer de poudre de charbon ; mais le plus sûr est d'en mettre une partie contre deux parties de l'autre matiere : après tout, un peu plus de charbon n'est pas capable de retarder l'opération. Si la poudre de charbon ne contribue pas beaucoup d'elle-même à adoucir la fonte, au moins est-il sûr qu'elle ne la rend pas plus dure ; après un assez long feu, j'ai tiré de la fonte d'un creuset, où je l'avois uniquement entourée de cette poudre; elle m'a paru y avoir été un peu adoucie : le charbon de savate seul, a aussi produit le même effet.

D'ailleurs, il m'a semblé que la poudre de charbon contribuoit à faire prendre plus de corps au fer fondu ; & cet effet seul engageroit à donner la dose de charbon un peu plus forte : si elle le produit, c'est peut-être qu'elle empêche l'adoucissement de se faire avec trop de précipitation.

Quelque peu d'adoucissement que la poudre de charbon procure seule au fer fondu, cet adoucissement peut paroître singulier, si on se souvient que nous avons vû ailleurs, que seule elle peut convertir le fer en acier, lui donner assez de soufres & de sels pour changer sa nature. Comment se peut-il donc faire qu'elle n'augmente pas la dureté de la fonte, qu'elle lui ôte plutôt des soufres que de lui en donner ? l'explication de cette difficulté deviendra ailleurs plus facile : elle doit être précédée de la connoissance de bien des faits que nous ne pouvons apprendre que dans les autres parties de notre Art.

Il résulte de ces expériences, que pour bien adoucir le fer fondu, ce qu'il y a de mieux, c'est de s'en tenir aux os calcinés & au charbon. On ne craindra pas que le prix de ces matieres fasse monter trop haut celui des ouvrages, il ne seroit guere aisé d'en trouver qui fussent à meilleur marché. Qu'on ne se fasse pas aussi un embarras de la quantité d'os nécessaires ; les voiries des Villes en fourniront de reste : que voudroit-on de plus commode, que de n'avoir que la peine de ramasser des matieres qui ne coûtent rien ! D'ailleurs, il me semble qu'on doit voir, avec une sorte de plaisir, que des matieres ci-devant inutiles pour nous, ont de grands usages. Si on veut s'épargner la peine de rassembler les os dont on aura besoin, ceux qui

n'ont d'autre occupation que de ramaffer les chiffons pour les Papetiers, ajouteront cela à leurs emplois; ils trouveront même dans les rues, plus d'os que de chiffons : les boucheries fourniront encore des os abondamment.

La quantité d'os dont on aura befoin, ne fera pas même auffi confidérable qu'on le croiroit; une provifion fuffifante pour remplir fes creufets ou fourneaux étant une fois faite, il n'en faudra ramaffer que pour remplacer ce qui fe perdra de cette matiere, comme il s'en perd de toutes celles qu'on manie & remanie : elle ne diminuera pas fenfiblement au feu. J'ai employé la même matiere plufieurs fois, fans avoir apperçu de différence fenfible dans fon effet ; peut-être pourtant qu'à force de fervir, elle fe chargeroit de trop de fels ; en la calcinant de nouveau & la leffivant enfuite, on la dépouilleroit encore, tant de ceux qui peuvent lui être venus du fer, que des fels alkalis du charbon qui aura été réduit en cendre. Une partie du charbon fe brûle dans chaque opération ; mais on la remplace en y en ajoutant un peu de nouveau à difcrétion ; nous avons vû, par les expériences fur les fels, que les fels alkalis qu'il y laiffera ne feront pas à craindre. Mais après tout, fi on fait entrer dans la compofition une partie de charbon contre deux parties d'os, on peut hardiment s'en fervir trois à quatre fois, fans y ajouter de nouveau charbon.

Pour compofer les coupelles, on cherche certaines efpeces d'os, comme les os de pieds de moutons, ceux de têtes de veaux. Je crois bien qu'il y a des os qui peuvent valoir mieux les uns que les autres, mais jai fait ufage indifféremment de tous ceux qu'on m'a ramaffés, fans m'embarraffer de quels animaux, & de quelles parties d'animaux ils venoient : je les ai tous trouvés très-bons. Quand il eft queftion du travail en grand, on doit fouvent préférer ce qui eft le plus commode, à ce qui feroit un peu meilleur. Notre Art ne pourroit pourtant qu'y gagner, fi on fait des expériences fur les efpeces d'os qui agiffent le plus efficacement, peut-être en trouveroit-on de ceux-là d'aifés à recouvrer; & fi les meilleurs étoient d'efpeces rares, on les conferveroit pour les ouvrages qui méritent le plus d'attention : mais ce font des expériences qui euffent été longues & difficiles à fuivre, & qu'on fera néceffairement à mefure que l'ufage d'adoucir le fer fondu s'étendra.

Nous n'avons encore rien dit de la façon dont il faut calciner les os; auffi y a-t-il bien peu à en dire : car tout fe réduit à les faire brûler, jufqu'à ce qu'ils deviennent aifément friables & très-blancs. On peut en remplir tout four ou fourneau, où on fera du feu, jufqu'à ce qu'ils foient fuffifamment calcinés, ce qui n'eft pas long, & qui le fera pourtant proportionnellement à la quantité d'os qu'on calcinera à la fois : mais on ne craindra pas de les brûler trop. Cette opération coûtera peu de bois & de charbon : les os s'enflamment ; & ceux qui font déja allumés, allument ceux qu'on jette deffus. J'ai cru avoir obfervé que la poudre d'os, dont je me fuis fervi pour adoucir le fer, avoit plus opéré à une feconde fournée qu'à la premiere, & cela probablement, parce que leur calcination avoit encore été continuée, pendant toute la durée de la premiere fournée : mais on doit être averti qu'on ne fçauroit faire brûler ces os, fans qu'il fe répande une odeur défagréable.

Les os étant bien calcinés, on les pulvérifera ; la poudre dans laquelle on les réduira, ne fçauroit être trop fine : mais il n'eft pas néceffaire qu'elle le foit extrêmement ; j'en ai fouvent employé d'auffi groffe que du fable : elle fait plus d'effet quand elle eft plus fine; lorfqu'elle eft très-groffe, il arrive quelquefois que de petits endroits de l'ouvrage de fer, proportionnés à la groffeur des plus gros grains d'os, s'écaillent ; l'ouvrage eft quelquefois par-tout piqué de pareils grains : alors, le mélange de la poudre d'os & de la poudre de charbon, n'a pu être affez bien fait.

A l'égard de la quantité de poudre qu'on doit employer à la fois, elle eft très-arbitraire ; il n'en eft point comme de nos compofitions à acier, le plus ici ne fçauroit rien gâter ; mais il y en a affez, quand il y en a ce qu'il faut, pour empêcher les ouvrages du même creufet de fe toucher, & les tenir un peu féparés les uns des autres.

Outre les différentes matieres, dont j'ai dit ci-devant, que j'avois fait des épreuves, j'ai cru en devoir effayer quelques-unes qui, venant des animaux, ont quelque analogie avec les os. Les coquilles font, pour ainfi dire, les os de divers animaux aquatiques & terreftres. J'ai fait calciner des coquilles d'huîtres, des coquilles de moules de riviere, des coquilles de limaçons de jardin ; & de chacune de ces différentes chaux, j'ai entouré le fer de différents creufets. Dès que la chaux ordinaire eft capable de procurer quelque adouciffement, il étoit fans difficulté que le fer s'adouciroit dans ces dernieres : il s'y eft auffi adouci.

Une autre efpece d'os de poiffon que j'ai cru devoir encore éprouver, font les os de feche; ils font très-connus des Orfévres, des Metteurs-en-œuvre, des Diamantaires ; tous ces Ouvriers s'en fervent pour mouler de petits ouvrages : ces os calcinés ont encore

adouci le fer. Mais le fer s'écaille, avec toutes ces différentes chaux, comme avec celle des véritables os, si on ne modere leur effet par une addition de charbon. La plûpart de ces matieres seroient aisées à recouvrer au bord de la mer; on y en pourroit faire à bon marché de grands amas. Mais valent-elles mieux que la chaux d'os ordinaires ? valent-elles même autant? Après ce qui m'est arrivé sur l'effet de la craie, il ne seroit pas sage de décider, avant d'avoir fait des expériences en grand ; & je ne crois pas qu'on exigeât de moi, que j'eusse cherché à faire en grand toutes ces expériences. Il n'y a que dans des Manufactures où l'on travaille régulierement, où des épreuves de cette sorte se feront sans trop de frais.

Comme j'ai voulu au moins essayer en petit tout ce que j'ai pû penser être convenable, j'ai aussi essayé des coques d'œufs, après les avoir fait calciner : elles ont réussi à peu-près comme les matieres précédentes; mais il ne seroit pas aussi aisé de s'en fournir.

J'ai encore fait une épreuve, par laquelle je finirai ce Mémoire. Je me suis servi du fer même, pour adoucir le fer fondu. On se souviendra, que quand j'ai parlé de notre fourneau propre à convertir le fer en acier, j'ai composé les creusets, les capacités qui renferment le fer, de plaques; que j'ai dit, que pour résister à un feu violent, ces plaques doivent être de terre, mais qu'elles pouvoient être de fer fondu, quand on ne vouloit donner qu'un feu plus modéré. En bien des circonstances, je n'ai mis à mon fourneau, que des plaques de fer fondu ; après qu'elles ont eu soutenu le feu pendant un ou plusieurs jours, & que le feu a été entiérement éteint, la surface de chaque plaque, sur laquelle le feu avoit agi, s'est trouvée recouverte d'une couche assez épaisse, d'une poudre d'un très-beau rouge, & quelquefois d'un rouge tirant sur le violet. Cette couche étoit faite des parties du fer, qui avoient été brûlées : en un mot, les Chymistes sçavent que cette poudre étoit ce qu'ils ont nommé *du safran de Mars*, & un safran de Mars fait sans aucune addition. J'ai fait balayer les plaques ; j'en ai fait détacher & ramasser toute cette poudre ; ce que nous venons d'en dire, & la place où elle se trouve, montre assez qu'elle n'est qu'un fer brûlé, qui a été dépouillé de sa partie huileuse. Comme cette poudre est bien éloignée d'avoir la quantité de parties huileuses & salines, dont elle se peut charger, j'ai pensé qu'elle seroit très-propre à adoucir le fer fondu qui en seroit enveloppé. J'ai donc entouré du fer fondu de cette poudre : elle l'a adouci parfaitement, & il m'a paru qu'elle l'a adouci bien plus promptement, que ne l'ont fait toutes les autres matieres. Pour tâcher de m'assurer de cette circonstance ; dans le fond d'un creuset cylindrique, j'ai mis de cette poudre, de ce safran de Mars, toute pure ; dans le même creuset, j'ai mis un second lit composé de ce safran mêlé avec des os ; & plus haut, j'ai mis des os seuls : ce creuset ayant été tenu au feu pendant quelque temps ; quand il en a été retiré, j'ai trouvé que le fer de ce creuset, le mieux adouci, étoit celui qui s'étoit trouvé au milieu du safran de Mars seul : le mélange de cette poudre & des os avoit fait moins d'effet, mais plus que les os seuls.

On pourroit ramasser quantité de cette poudre dans des Manufactures, où on ne se serviroit que de plaques de fer : on en pourroit même faire à bon marché. Cette poudre occupe bien un autre volume que le fer ; après tout, il n'y a guere d'apparence qu'elle puisse convenir pour le travail en grand ; ce seroit beaucoup qu'on s'en servît pour l'adoucissement de quelques petits ouvrages. Mais il ne faudra pas donner le feu violent au creuset où elle sera renfermée ; autrement elle deviendra une masse compacte, qui se trouvera attachée sur le fer : quelques coups pourtant la détacheront ; mais ce sera avec risque d'emporter quelque petite partie de l'ouvrage.

Si le feu a été violent dans le fourneau où étoient les plaques sur lesquelles nous avons dit qu'on ramassoit cette poudre, on n'en trouvera plus sur leur surface ; les grains se seront réunis, & auront formé des écailles spongieuses, & en si grande quantité, qu'on sera étonné de voir que l'épaisseur du fer ne soit pas diminuée bien sensiblement, dans des endroits d'où les écailles sont tombées ; car ces écailles mises les unes sur les autres auroient plus que l'épaisseur de la plaque : mais c'est qu'elles sont d'une tissure très-spongieuse, & beaucoup plus même qu'elle ne le paroît.

Fin du troisieme Mémoire.



QUATRIEME MÉMOIRE.

Des Fourneaux propres à adoucir les ouvrages de Fer fondu.

PUISQUE nos ouvrages de fer fondu demandent, pour être adoucis, d'être environnés de poudre fine, il s'enſuit qu'ils doivent être renfermés dans des eſpeces de creuſets, comme nous l'avons toujours ſuppoſé juſqu'ici. Mais de cela ſeul, il ne s'enſuivroit pas que les creuſets duſſent être auſſi bien lutés, que ceux où nous avons mis des barres pour être converties en acier. Pour faire de l'acier, il faut contraindre des ſoufres & des ſels à pénétrer le fer. Pour adoucir le fer fondu, il faut au contraire lui enlever ce qu'il a de trop des uns & des autres. Dans ce dernier cas, il ſemble donc que l'évaporation ne ſoit pas à craindre; elle eſt même à ſouhaiter; cependant les creuſets ou capacités équivalentes, dans leſquelles on arrange le fer, doivent être lutées, comme lorſqu'il s'agit de faire l'acier, & cela par d'autres conſidérations. Le mélange de poudre de charbon avec celle d'os, a été trouvé néceſſaire; ſi le creuſet avoit air, le charbon ſe brûleroit: d'ailleurs, c'eſt une regle générale, que tout le fer qui chauffe pendant longtemps dans un endroit où l'air a quelque entrée libre, eſt ſujet à s'écailler.

J'ai pourtant voulu voir ſi l'adouciſſement ne ſe feroit pas plus vîte, lorſque les ſoufres & les ſels auroient la liberté de ſe ſublimer. J'ai pris un creuſet long & étroit; je l'ai rempli de couches d'os & de couches de fer fondu, juſques environ à la moitié de ſa hauteur. Là, j'ai mis une cloiſon de terre, qui empêchoit la communication de cette partie avec la partie reſtante; j'ai rempli cette derniere, comme l'autre, de lits d'os & de lits de fer; j'ai laiſſé le creuſet ouvert, afin que les ſoufres & les ſels des matieres de la moitié ſupérieure, euſſent la liberté de s'évaporer. Après la durée de feu, que j'ai cru néceſſaire, j'ai comparé les morceaux de fonte, qui étoient au bas, avec ceux qui étoient au haut. Je n'ai pas trouvé de différence aſſez conſidérable, pour donner du regret de ce que la poudre de charbon exige qu'on tienne les creuſets fermés.

Les mêmes raiſons qui nous ont conduits à donner au nouveau fourneau, pour la converſion du fer en acier, la figure que nous avons expliquée, ſubſiſtent pour l'adouciſſement du fer fondu. On ne doit pas moins ſonger à mettre la chaleur à profit, à diminuer la conſommation de la matiere combuſtible, dans l'une que dans l'autre opération; il y faut également chauffer du métal dans des capacités bien cloſes à la flamme. Il eſt également eſſentiel de pouvoir s'aſſurer à chaque inſtant du dégré de chaleur qu'ont pris les ouvrages, & du dégré d'adouciſſement où ils ſont parvenus. La conſtruction de notre fourneau à acier donne ſur cela tout ce qu'on peut ſouhaiter.

Je m'imagine qu'on le penſera comme moi, ſi on ſe donne la peine de lire le long Mémoire où elle a été décrite; nous y renvoyons pour bien de petits détails que nous n'aurions pas la force de répéter ici, quoiqu'ils aient leur utilité. Nous nous bornerons à préſent à retracer une idée générale de ce fourneau, & à parler de quelques additions qui y peuvent être faites, & plus convenables pour l'adouciſſement du fer fondu, que pour la converſion du fer en acier.

La maſſe qui le forme a quatre côtés; ſes parois intérieures ſont plattes, poſées à plomb, & quarrément; deux de ces parois, oppoſées l'une à l'autre, ont des couliſſes, qui ſont ce qui caractériſe le plus ce fourneau. Elles ſont verticales, allant preſque depuis le haut juſques en bas: leur uſage fera connoître quel en peut être le nombre, comment elles peuvent être eſpacées, & quelle profondeur leur convient. Une couliſſe d'une face en a une correſpondante, ou ſemblablement taillée dans la face oppoſée: elles ſont faites pour recevoir une plaque, ſoit de terre, ſoit de fer fondu, ſoit de fer forgé.

Deux pareilles plaques, avec les deux parties des parois & celle du fond compriſes entre elles, forment une eſpece de boîte, que ſon uſage nous a ſouvent fait appeller un *creuſet*, & à qui nous conſerverons encore ce nom. On y met les ouvrages qu'on veut adoucir: ils y ſont à l'abri de l'action immédiate du feu, lorſqu'on lui a eu donné un couvercle, & que ſes jointures, & celles des couliſſes & du fond, ont été bien lutées.

Toutes les couliſſes ſont deſtinées à recevoir des plaques; mais tout eſpace qui eſt entre deux plaques, ne doit pas faire la fonction de creuſet. Quelques-uns de ces

eſpaces

eſpaces ſont les cheminées, ou les foyers qui reçoivent le bois ou le charbon. Chaque plaque ſert à former & le creuſet & le foyer : car alternativement il y a un creuſet, & un foyer, le foyer n'étant que l'eſpace qui eſt entre deux creuſets. On peut multiplier le nombre des uns & des autres à volonté. Mais nous nous fixerons à préſent à un fourneau qui a trois creuſets & deux foyers. Le fond du fourneau, ou ce qui eſt la même choſe, celui des foyers ou cheminées eſt toujours plus bas que celui des creuſets.

Quand il a été queſtion de faire de l'acier, nous avons paru pancher pour ceux des fourneaux de cette eſpece, où la chaleur eſt excitée par le vent des ſoufflets; nous aimerions mieux n'employer ici que ceux où l'air agit librement; & tout conſidéré, ils valent même mieux pour l'acier. Ce n'eſt pas que les ſoufflets ne fiſſent bien; mais ſi on veut s'en ſervir, il faut être attentif à modérer leur vent; & il le faut bien être davantage pour adoucir de la fonte, que pour convertir du fer en acier. Les barres de fer ſoutiennent un degré de chaleur qui feroit couler encore une fois nos ouvrages de fer fondu. Avec quelqu'attention néanmoins on préviendroit cet accident. A chaque inſtant on peut voir ce qui ſe paſſe dans les creuſets; on peut donc obſerver ſi la chaleur devient trop violente; il eſt toujours aiſé de la modérer, en diminuant ou arrêtant totalement l'action des ſoufflets. Les parois du fourneau ſont percés par des trous diſpoſés les uns ſur les autres à différentes hauteurs, qui pénetrent chacun juſques à l'intérieur d'un creuſet. Ils ne ſont remplis que par des bouchons qu'on ôte & qu'on remet quand on veut. Nous expliquerons bientôt comment au moyen de ces trous on peut s'aſſurer de l'état des ouvrages qui recuiſent.

Dans le fourneau auquel nous nous fixons, dans celui qui n'a que trois creuſets, il ne faut que quatre plaques, & huit couliſſes qui les reçoivent. Les deux plaques du milieu forment un creuſet plus grand lui ſeul que les deux autres. Chacune des deux autres plaques ſuffit pour compoſer un creuſet, parce que la paroi du bout du fourneau, dont elle eſt le plus proche, & à qui elle eſt parallele, tient lieu d'une autre plaque; il y a ici deux foyers placés chacun entre une plaque du bout & une du milieu.

Les plaques étant miſes en place, ou, ce qui eſt la même choſe, les creuſets étant ajuſtés, on peut les charger, c'eſt-à-dire, les remplir d'ouvrages & de compoſition, en arrangeant le tout lit par lit, comme on arrange les barres de fer dans les fourneaux à acier. C'eſt par l'ouverture ſupérieure qu'on y fait entrer ce qu'on veut, & qu'on retire ce qu'on y a mis quand l'opération eſt finie. Mais nous avons fait remarquer ailleurs que pour charger un creuſet de cette maniere, le fourneau doit être preſque froid, de ſorte que dans une ſeconde fournée on ne profite pas ou peu de la chaleur qu'a priſe le fourneau dans la fournée précédente; & on eſt d'autant moins en état d'en profiter que le creuſet eſt plus profond. La main ne ſçauroit y entrer bien avant, lorſqu'il eſt encore fort chaud, & le viſage qui eſt au-deſſus de ce creuſet, n'auroit pas moins à ſouffrir. J'ai propoſé auſſi pour convertir le fer en acier, de conſtruire des fourneaux qu'on pût charger par le côté, & je l'ai fait exécuter pour l'adouciſſement du fer.

Pour pouvoir charger par le côté, tout ſe réduit à laiſſer chaque creuſet ouvert d'un côté depuis ſon fond à peu-près juſques en haut. Si le fourneau a trois creuſets, l'ouverture de celui du milieu ſera ſur une de ſes faces, & les ouvertures des deux autres creuſets ſeront ſur la face oppoſée. A meſure qu'on chargera un creuſet, on bouchera une partie de ſon ouverture : pour le faire commodément, on aura cinq à ſix pieces de terre cuite, de terre à creuſet, propres à s'ajuſter les unes ſur les autres, & dans l'ouverture qu'on a laiſſée au creuſet. Ces pieces feront enſemble une eſpece de petit mur de rapport, qu'il ſera aiſé d'élever & d'abattre dans un inſtant; chacune de ces pieces ſera traverſée par deux barres de fer qui ſortiront en-dehors de la piece, & y formeront une tête; ce feront deux poignées qui donneront la facilité de retirer la piece à qui elles tiennent. Chacune auſſi de ces pieces aura une ouverture quarrée qui recevra un bouchon de même figure : c'eſt par ces trous qu'on verra ce qui ſe paſſera à différentes hauteurs du fourneau.

Comme cette diſpoſition affoiblit le corps du fourneau, on doit ſonger à le fortifier par des liens qui l'empêchent de s'entr'ouvrir; outre les liens poſés horiſontalement, on poſera d'autres barres de fer verticalement, dont les bouts ſeront recourbés, & entreront dans la maçonnerie : les liens horiſontaux ſeront arrêtés ſur les barres verticales, ſoit avec des rivets, ſoit avec des vis & des écrous.

Mais ſur-tout il faut qu'une barre verticale ſoit placée juſqu'à fleur de chaque bord de l'ouverture extérieure du creuſet, & que les liens horiſontaux ſoient bien aſſemblés avec ces dernieres barres; voici ce qui y oblige. Pour avoir plus de commodité à charger, les liens horiſontaux ſeront briſés vis-à-vis chacune des ouvertures; il ſeroit incommode, quand on charge, de trouver devant ſoi la partie des liens qui paſſe ſur cette ouverture; il faut que cette partie puiſſe s'ôter & ſe remettre. De cent manieres,

dont cela peut s'exécuter, il ſuffit d'en rapporter une : près des ouvertures des creuſets, chaque lien ſe terminera par une tête plus groſſe que le reſte, & percée en eſpece d'anneau ; le bout ſe roule comme celui d'une penture de porte qui reçoit le gond : dans chacun des anneaux qui ſont à même hauteur, & placés de part & d'autre du bord de l'ouverture d'un creuſet, entrera le bout recoudé d'une verge ou barre de fer. Cette piece miſe en place rend le lien complet ; ſes deux bouts ſeront percés par des trous qui recevront des clavettes, qui les arrêteront en place, & qui même contribueront à les mieux ſerrer. Ces pieces pourront s'ôter & ſe remettre à volonté ; quand elles ſeront en place, le fourneau ſe trouvera auſſi bien ſerré, que ſi tous les liens étoient d'une piece. Ces parties de rapport peuvent être aſſemblées avec des vis, &, comme nous l'avons dit, de bien d'autres manieres.

Si l'air qui entre dans le fourneau n'y eſt pas pouſſé par des soufflets, on multipliera les ouvertures du cendrier ; on en laiſſera quatre, une au milieu de chaque face ; on aura des portes en bouchons pour chacune de ces ouvertures ; & ces portes en bouchons tiendront lieu de regiſtres ; ſelon qu'ils ſeront en place, ou qu'ils en ſeront ôtés, il entrera moins d'air ou plus d'air dans le fournenu.

On l'obligera même d'entrer avec plus de vîteſſe & en plus grande quantité ; on lui fera produire un effet approchant de celui que lui font produire les ſoufflets, mais moins dangereux, en ménageant des conduits pour l'amener de loin. On connoît les eſpeces de ſoufflets qu'on pratique dans quelques cheminées, & qui ſont expliqués dans la *Méchanique du Feu*, de l'ingénieux M. *Gauger* : dans ces ſortes de cheminées, pour ſouffler le feu, on n'a qu'à lever une petite ſoupape qui eſt au niveau de l'âtre, auſſi-tôt que le trou eſt ouvert, le vent en ſort avec plus de vîteſſe qu'il n'en ſortiroit d'un ſoufflet qui donneroit beaucoup de peine à agiter. Toute la méchanique de ce ſoufflet ſimple, dépend de la communication qu'on a ménagée à ce trou avec l'air extérieur : pour pratiquer quelque choſe d'équivalent dans notre fourneau, on établira le fond de ſon cendrier au-deſſous du niveau du terrein qui environne le fourneau. Et à commencer à chacune des ouvertures qui donnent entrée à l'air, on creuſera dans la terre une tranchée qui formera une eſpece d'entonnoir, qui, depuis le fourneau, ira toujours en s'élargiſſant. Ces quatre tuyaux étant ainſi creuſés, on les recouvrira par deſſus avec des planches, & l'on recouvrira les planches elles-mêmes avec de la terre ; plus ces tuyaux de conduite d'air ſeront pouſſés loin, & plus leurs embouchures ſeront évaſées, & plus il y aura d'air introduit dans le fourneau.

On n'aura pourtant rien à craindre de ſon activité, qu'on modérera à ſon gré ; on diminuera à ſon gré la quantité d'air qui tendra à paſſer par chaque tuyau, ou même on l'empêchera totalement de paſſer par un des tuyaux ; & cela en diſpoſant au-deſſus de chacun, dans l'endroit qui ſemblera le plus commode, des eſpeces de portes qu'on pourra tenir enfoncées juſqu'au fond du tuyau, ou tenir élevées juſqu'à ſon bord ſupérieur. La même choſe pourra s'exécuter par d'autres diſpoſitions très-arbitraires ; ces tuyaux de conduite d'air ſeront plus durables, ſi on les revêt intérieurement de pierres, ou de carreaux de terre cuite. Mais, ſans pratiquer tous les tuyaux de conduite d'air dont nous venons de parler, on produira une chaleur aſſez violente, en ménageant des ouvertures dans le bas du fourneau. Il peut être chauffé avec le charbon, il peut l'être auſſi avec le bois ; dans ce dernier cas, on le tiendra au moins d'un tiers, ou de la moitié, plus haut que ceux dont nous avons donné les meſures pour la converſion du fer en acier : la flamme du bois s'éleve bien à une autre hauteur que celle du charbon ; d'ailleurs la chaleur ici n'étant pas l'effet d'une auſſi grande quantité d'air introduite continuellement, les raiſons qui vouloient qu'on le tînt plus bas lorſqu'on ſe ſervoit de ſoufflets, ne ſubſiſtent plus. Le haut de ce fourneau, quoique plus élevé, aura donc une chaleur ſuffiſante ; d'ailleurs il pourra être occupé par les ouvrages les plus minces : or, dès qu'on donne plus de hauteur au corps du fourneau, on trouvera plus commode d'en enterrer le bas en partie, c'eſt-à-dire, de le mettre au-deſſous du niveau du terrein ; on en ſera plus à portée de regarder dedans le fourneau par le deſſus, & cette diſpoſition s'accommode à merveille avec celle de nos tuyaux de conduite d'air qui engagent auſſi à le tenir iſolé.

Quand on veut chauffer notre fourneau avec le bois, on diſpoſe des barreaux de fer entre les creuſets, qui y forment des grilles aſſez ſerrées pour ſoutenir de menues buches & leurs charbons. La flamme s'éleve dans chaque cheminée, pour aller au-deſſus du creuſet du milieu, elle s'échappe enſuite par une ou pluſieurs des ouvertures qui ſont percées dans le couvercle du fourneau. Lorſque le feu y a été allumé pendant pluſieurs heures, la flamme en ſort avec violence, & s'éleve fort haut. J'ai regretté bien des fois de ce que ſon activité devenoit ſi-tôt inutile : ſi elle eût continué plus long-temps à agir contre les creuſets, elle eût été capable d'y

produire beaucoup d'effet. J'ai donc cherché à prolonger la durée de son action, & pour cela j'ai fait faire quelques changements au fourneau précédent : j'ai fait boucher toutes les ouvertures du couvercle, & j'ai supprimé une des grilles. En sa place, j'ai fait mettre un plancher solide ; j'ai fait percer le mur du fourneau, de part en part, de quelques trous peu élevés au-dessus de ce plancher, & qui se trouvoient plus bas que le fond des creusets : ces trous étoient destinés à tenir lieu de ceux du couvercle.

L'effet qu'a dû produire cette nouvelle disposition s'imagine aisément. Le feu ayant été allumé sur la seule grille qui a été laissée, c'est-à-dire, entre un creuset du bout, que nous nommerons *le premier*, & le creuset du milieu ; la flamme a monté dans la cheminée qui les séparoit, s'est élevée jusques au haut de ces creusets ; & ne trouvant plus d'issue dans le couvercle, elle s'est détournée sur le dessus du creuset du milieu, & de-là est descendue, par la seconde cheminée, pour aller chercher au-dessous du dernier creuset, les seules ouvertures qu'on lui avoit laissées pour sortir. On supposeroit bien, quand nous n'en avertirions pas, qu'on avoit empêché toute communication par-dessous, entre le fond de la premiere cheminée, & celui de la seconde, & que cela est aisé à faire par le moyen d'une petite cloison.

Dans l'unique foyer qui étoit resté au fourneau, je n'ai fait jetter qu'autant de bois, qu'on y en jettoit lorsqu'il avoit deux foyers. On n'a brûlé, dans le fourneau, que la moitié de ce qui s'y brûloit ci-devant. La flamme ne m'en a pas paru cependant moins considérable, & son effet ne m'a pas paru moindre ; elle sortoit, par le bas du fourneau, aussi abondamment qu'elle étoit sortie auparavant par son ouverture supérieure, lorsqu'elle étoit produite par le bois brûlé dans deux foyers. Il m'a donc semblé que par cette disposition, on épargneroit considérablement de bois, & l'épargne ira d'autant plus loin, que le fourneau sera composé d'un plus grand nombre de creusets, & de creusets qui demanderont une plus longue durée de feu.

Car c'est sur-tout dans les opérations qui demanderont une longue durée de feu, qu'on trouvera les avantages de cette construction ; & cela, parce que la petite quantité de bois mise dans un seul foyer, n'agit aussi avantageusement, qu'une plus grande quantité distribuée en plusieurs foyers, que lorsque la chaleur du fourneau est parvenue à un certain point. Quand on ne vient que d'y allumer le feu, dans un seul foyer, la flamme ne fait pas dans un instant, à beaucoup près, tout le chemin que nous lui avons fait faire ; ce n'est que successivement qu'elle s'éleve, qu'elle vient à monter au haut des creusets, & ce n'est que successivement qu'elle descend assez bas, pour sortir par les ouvertures qu'on lui a laissées : pendant long-temps, il n'y a que la fumée qui s'en échappe. La flamme avance à mesure que la chaleur gagne, & on ne la trouve guere par-delà les derniers endroits qui ont pris une couleur rouge. Ainsi, le feu allumé dans un seul foyer, est plus long-temps à échauffer le fourneau, que le feu allumé dans deux ou plusieurs foyers. Mais le fourneau est-il parvenu à un certain degré de chaleur, à être rouge, ou plus que rouge ? il m'a paru vrai, quelqu'étrange que cela semble, que la même quantité de bois qui est nécessaire pour entretenir dans ce degré de chaleur deux creusets, suffit à peu-près pour entretenir dans le même degré de chaleur, trois, quatre, & peut-être tel nombre de creusets qu'on voudra. Je n'ai pourtant pas poussé l'expérience si loin ; je ne l'ai faite que dans des fourneaux où la flamme d'un foyer a eu à parcourir trois ou quatre cheminées ; & je ne laisse pas de me croire en droit d'en tirer une conséquence très-étendue, parce que je n'ai point vû que l'activité & la quantité de la flamme qui sortoit du fourneau, après avoir parcouru un chemin quatre fois plus long, aient souffert quelque diminution sensible : quand on lui donnoit issue par la premiere ou par la seconde cheminée, elle ne sembloit pas en sortir plus abondamment que par la quatrieme.

Quelque paradoxe qu'il soit d'avancer, qu'on entretiendra au même degré de chaleur, dix à douze creusets, & peut-être davantage, avec à peu-près la même quantité de bois nécessaire, pour en entretenir un à ce même degré, l'expérience y semble conduire, & le raisonnement ne se trouvera pas même contraire à l'expérience. Car supposons que les chemins qu'a à parcourir la flamme successivement entre tant de différents creusets qu'on voudra, sont également chauds. Supposons de plus, que les bords de ces chemins, ou, ce qui est la même chose, les parois intérieures du fourneau, & les surfaces extérieures des creusets, ont pris un degré de chaleur égal à celui de la flamme du bois, qui brûle librement, ce qui n'est pas un degré de chaleur excessif. Il n'y a peut-être nulle raison alors, pour que la flamme, après avoir parcouru dix à douze pieds, soit en moindre quantité, & ait moins d'activité que lorsqu'elle n'avoit parcouru que trois à quatre pieds. La flamme qui s'est trop élevée au-dessus d'un foyer, se refroidit, pour ainsi dire, s'éteint par l'attouchement des corps voisins ou de l'air. Nous n'avons pas d'idées trop claires de la nature du feu ; mais les plus claires que nous en puissions prendre, c'est que son activité dépend du mouvement, d'un

certain mouvement, si l'on veut, & si l'on veut encore, d'un mouvement qui ne peut être pris que par certaines matieres : mais une matiere plus enflammée qu'une autre, toutes choses d'ailleurs égales, a une plus grande quantité de ce mouvement, d'où dépend l'activité du feu ; & cette matiere devient de moins en moins enflammée, de moins en moins feu, à mesure qu'elle rencontre des corps qui lui ôtent de ce mouvement. Ainsi, l'air, les parois noires des cheminées, arrêtent le mouvement de la flamme ; mais dès que les parois seront rouges, dès que les corps qui toucheront la flamme auront une activité égale à la sienne, qu'ils seront presque aussi feu qu'elle, leur attouchement ne l'affoiblira pas.

Nous concevons, à la vérité, que la matiere qui fait la flamme se consume continuellement, & par conséquent que la flamme ne sçauroit subsister long-temps. Mais cette idée n'est pas assez démêlée ; elle tient du préjugé qui nous a fait trop étendre ce qui arrive continuellement aux feux de nos foyers ordinaires. Une autre expérience que nous avons vûe bien des fois, nous apprend qu'une matiere ne se consume pas de cela seul, qu'elle a pris un certain degré de chaleur, de cela seul qu'elle est allumée ; la poudre de charbon, quelque violemment qu'elle soit échauffée dans des creusets bien clos, ne se détruit point ; elle ne se consomme, que quand elle est exposée à l'air. Tant que la flamme circule entre nos creusets, sans trouver d'issue, elle est dans un état semblable à celui de la poudre de charbon renfermée dans des creusets ; de même elle ne doit pas diminuer en quantité, ni perdre de son activité. En un mot, le feu ne paroît éteint, détruit, ou que quand on arrête le mouvement de la matiere enflammée, ou que quand cette matiere est dispersée par évaporation, ou autrement : ni l'un ni l'autre ne peuvent arriver à la flamme qui est entre nos creusets.

Il est au moins très-sûr, que dans un fourneau construit sur le principe que nous venons de donner, on peut entretenir, dans un grand degré de chaleur, une longue suite de creusets avec peu de bois. Tout se réduit à disposer des cloisons, de la maniere que la flamme soit obligée de passer alternativement au-dessus d'un creuset, & au-dessous de celui qui le suit. Mais cette voie excellente pour les entretenir dans ce degré de chaleur, ne pourroit le leur donner qu'à la longue ; je voudrois donc qu'on commençât par les faire rougir par le moyen du charbon, ce qui seroit toujours aisé en débouchant les ouvertures des couvercles, & quelques-unes pratiquées au bas du fourneau. Ces creusets devenus rouges, on boucheroit ces ouvertures, on allumeroit du bois dans un seul foyer, & bien-tôt la flamme circuleroit d'un bout du fourneau à l'autre : quand elle a pris sa route, elle ne s'en détourne pas dans l'instant. Si on débouche quelque ouverture qui pénétre entre les creusets, on ne sçauroit voir sans plaisir, avec quelle vîtesse elle descend. Des opérations qui seroient très-cheres, parce qu'elles demandent une longue durée de feu, pourroient par cet expédient se faire à bon marché, & je ne doute point qu'on n'emploie avantageusement, par la suite, cette circulation de la flamme pour bien d'autres opérations.

De quelque maniere que soit construit le fourneau, dès qu'on le chauffera avec le bois, on pourra hardiment former les creusets avec des plaques de fonte. Je dis hardiment, parce que je suppose, qu'on aura l'attention de voir si la chaleur ne devient pas assez considérable pour les fondre, & qu'il sera facile de l'arrêter avant qu'elle en soit-là. Plus le fourneau sera large, & plus on prendra les plaques épaisses : cette épaisseur ne doit pourtant pas passer un pouce. A mesure qu'elles serviront, elles deviendront de plus minces en plus minces ; à la fin de chaque fournée, la face sur laquelle le feu aura agi, sera recouverte d'une couche assez épaisse d'une poudre rouge ; c'est un safran de Mars qu'on fera bien de ramasser ; il a les propriétés du safran de Mars ordinaire, & est préparé sans addition de soufres : on s'en servira aux usages où la Médecine l'emploie, & à quelques autres dont nous avons déja parlé. Les plaques deviennent minces, par ce qui s'en détache pour fournir à cette poudre, & encore par des écailles qui s'y forment : mais malgré cette poudre & ces écailles, elles durent long-temps. Plus elles sont minces, plus elles sont exposées à se voiler ; afin qu'elles ne viennent pas au point d'en être trop contrefaites, ce qui changeroit la figure & la proportion des creusets & des foyers, on aura soin de les retourner après chaque fournée ; on mettra en-dehors du creuset, la face qui étoit en-dedans : le feu les redressera, & même il les fera ensuite devenir convexes du côté où elles étoient concaves.

Si on veut les maintenir plus sûrement dans leur figure à peu-près plane, sans être dans la nécessité de les retourner si souvent, les précautions suivantes y contribueront.

Il suppose qu'elles sont de fonte grise ou noire, qui se laisse percer, comme se laisse percer celle dont on fait les poëles, & en cas qu'elles ne soient pas de fonte de cette qualité, après qu'elles auront servi à deux fournées, on pourra toujours exécuter ce que nous allons proposer. Ayant divisé leur hauteur dans le nombre de parties qu'on voudra, trois ou quatre suffiront ; on tirera

par

par ces divisions des lignes paralleles, & dans chaque ligne on percera deux ou trois trous, de quelques lignes de diametre ; dans chacun de ces trous, on fera entrer un boulon de fer ; ce boulon aura une tête percée quarrément, & propre à recevoir une barre de quarrillon, ou d'autre fer plus mince ; la tête de chaque boulon sera sur la face de la plaque, qui doit être en-dedans du creuset, & leur bout passera tout au-travers, jusques à l'autre face, sur laquelle il sera bien rivé : dans toutes les têtes des boulons, placées sur une même ligne horisontale, on fera entrer une barre de quarrillon de longueur, presque égale à la largeur de la plaque. Il est déja visible, que ces barres disposées d'espace en espace, maintiendront la plaque. Mais pour assurer encore plus l'effet des barres, afin que quand elles seront arrangées, elles ne cedent point à l'effort de la plaque, on liera, en quelque sorte ensemble, les barres des deux plaques ; le moyen en est simple. Je suppose que les barres traversantes, sont sur chaque plaque à des hauteurs correspondantes : on aura des morceaux de fenton de fer, ou de fer plus gros, dont les deux bouts seront recourbés ; leur longueur, entre les deux courbures, sera égale à la distance d'une plaque à l'autre : un de ces crochets sera accroché aux deux barres à même hauteur. On sera maître de donner à chaque barre, plus ou moins de ces liens. Un des liens peut être attaché fixement, par un bout à une des barres, & entrer par l'autre bout, dans un trou percé à l'autre barre. Toutes ces dispositions peuvent se varier selon le génie de l'Ouvrier ; on lui laisse à choisir. Il mettra, par exemple, des clavettes, s'il le juge à propos, pour retenir les bouts des crochets. Les plaques, avec cette précaution, seront solidement maintenues ; l'allongement des barres & des liens, ne leur permettra pas de s'étendre au point de les défigurer : & la place que tiendroient ces barres dans le creuset, ne sera pas assez considérable pour mériter attention.

Une plaque seule auroit peine à suffire à toute la hauteur du fourneau : si on le tient aussi haut qu'on le peut, & même qu'on le doit, pour profiter de la chaleur, on en disposera deux ou davantage, les unes sur les autres. Mais alors, pour empêcher plus surement l'entrée de la flamme, le bord d'une des plaques sera moulé en coulisse, qui recevra le bord de l'autre : de la terre pourtant appliquée du côté de l'intérieur du creuset, bouchera assez bien les jointures pour suppléer à la coulisse.

Ces plaques dureront plus long-temps, si on enduit de lut sur le côté qui est exposé à la flamme ; à la vérité, il aura peine à s'y soutenir, à moins que la plaque ne soit lardée de clous assez proches les uns des autres. Si au lieu de plaques de fonte on se servoit de plaques de tôle épaisse, il seroit plus aisé de les larder de clous ; elles seroient plus aisées à percer : mais la tôle aussi est plus chere que la fonte.

Nous avons fait valoir dans le quatrieme Mémoire de l'Art de convertir le fer en acier, l'avantage des plaques, & sur-tout l'avantage des plaques minces ; il est considérable aussi, tant qu'on sera obligé de laisser refroidir le fourneau pour le charger, tant qu'on le chargera par-dessus ; mais si on le charge par le côté, & encore très-chaud, comme on le pourra faire aisément, en suivant ce que nous avons expliqué au commencement de ce Mémoire ; alors il n'importera plus tant d'avoir des cloisons si minces pour former les creusets, & d'en avoir qu'on puisse ôter de place si aisément ; on bâtira des especes de petits murs, épais d'environ un pouce & demi ; on les composera, ou de petites briques de pareille épaisseur, ou même d'un seul massif de terre ; mais cette terre & celle des briques, sera toujours une terre préparée, comme celle des creusets ordinaires. Sans être fort habile à manier la terre, on élevera ces cloisons, ces especes de petits murs, sur-tout si on a une table de bois passablement unie, de la hauteur & de la largeur de la cloison ; on mettra la table de bois debout dans le fourneau ; elle conduira pour appliquer la terre uniment, & l'élever bien à-plomb : mais les bouts de chacune de ces cloisons seront enclavés dans l'épaisseur du mur, dans des entailles ou coulisses pareilles à celles qui retiennent les plaques.

Pour rendre ces cloisons plus stables, pour qu'elles soient moins en risque de se courber, on pratiquera quelque chose de semblable à ce que nous avons proposé pour les plaques de fer ; en-dedans du creuset, on les tiendra plus épaisses qu'ailleurs en un ou deux endroits, depuis le bas jusques en haut : on formera en ces endroits des especes de pilastres. Pour les assurer encore mieux, on donnera à chaque pilastre deux ou trois parties saillantes ; ces parties saillantes seront chacune percées d'un trou d'outre en outre, dont la direction sera verticale ; les pilastres de chaque cloison ou plaque, étant vis-à-vis de celles de l'autre cloison, & les parties saillantes de l'une, à même hauteur que les parties saillantes de celles vis-à-vis de laquelle elle est placée : les plaques serviront mutuellement à se soutenir, si on enclave un des bouts d'une verge de fer dans une des parties saillantes, & l'autre bout dans l'autre.

Une autre maniere de maintenir les plaques encore plus simple, & que j'ai trouvé suffisante, c'est de mettre dans chaque foyer,

c'eſt-à-dire, entre les plaques de deux creuſets différents, une troiſieme plaque de terre ou de fonte de fer. La largeur de celle-ci ſera perpendiculaire à la largeur des autres, & égale à l'intervalle qui eſt entr'elles; ce ſera une eſpece de cloiſon, qui diviſera chaque foyer en deux parties égales; on ne la fera pourtant pas deſcendre juſques au fond du foyer, juſqu'au bas du fourneau; que ſon bout inférieur en ſoit à un pied, ou à neuf à 10 pouces, & il en ſera aſſez proche. Pour retenir plus ſolidement cette plaque en ſa place, en formant les autres, on y ménagera des couliſſes dans les endroits contre leſquels cette troiſieme plaque doit être appliquée; on les rendra plus épaiſſes dans ces endroits, de ce qu'il faut pour fournir aux couliſſes. Si on craignoit que la plaque d'un des petits creuſets ne fût enfoncée en dedans le creuſet par l'effort que la plaque du creuſet du milieu pourroit faire ſur elle, par l'entremiſe de celle qui les touche l'une & l'autre, on l'empêcheroit ſûrement en plaçant dans chaque creuſet des bouts, & d'une maniere ſemblable, une autre petite plaque pareille à celle qui eſt dans le foyer. Enfin, des morceaux de tuileaux mis d'eſpace en eſpace en maniere de coings, entre les plaques de deux creuſets, les maintiendront aſſez bien, & ne nuiront pas à la chaleur, ſi on ne les place pas trop proche les uns des autres.

Au reſte, on proportionnera la grandeur des creuſets de chaque fourneau à la quantité & à la grandeur des ouvrages qu'on y veut renfermer; nous n'avons eu nullement en vûe de gêner aux meſures des deſſeins. La durée du feu néceſſaire deviendra plus grande, à proportion de l'augmentation de la capacité, mais toujours ſe ſouviendra-t-on que, pour ménager le bois, on ne doit pas élargir beaucoup les foyers, ou cheminées.

On ſçait que pour chauffer, il y a grande différence de bois à bois; mais ici on doit ſçavoir encore qu'il y a grande différence pour nos fourneaux, entre du bois bien ſec & le même bois humide. L'expérience l'a auſſi appris à ceux qui conduiſent le travail des verreries: ils placent leur bois dans le même angar où eſt le fourneau; ces angars ſont pour l'ordinaire diſpoſés de façon que le bois peut être mis immédiatement au-deſſus du fourneau; il y eſt arrangé en pile ſur une eſpece de plancher à jour. Le dégré de chaleur que prend le bois en s'enflammant, eſt tempéré par les parties d'eau dont le bois humide eſt chargé. Si les parties enflammées qui s'élevent, s'élevent mêlées avec une plus grande quantité de vapeurs aqueuſes; ces dernieres peuvent éteindre la chaleur de quelques-unes des premieres, & moderent celle de toutes les autres.

En cas qu'on ait envie de faire en petit des adouciſſements d'ouvrages de fer fondu, ſoit par curioſité, ſoit autrement, il en ſera ici comme de nos eſſais pour la converſion du fer en acier. On aura recours au feu de la forge, ou à celui de tout petit fourneau où l'on pourra donner un dégré de chaleur conſidérable au fer, mais ſans le faire fondre; il y a telle piece de fer qui ſera adoucie de la ſorte en deux ou trois heures. On ſe ſervira des creuſets de la grandeur & de la forme la plus convenable aux pieces qu'on y voudra renfermer.

La maniere d'arranger les ouvrages de fer fondu dans le fourneau, ne demande aucune explication; nous avons dit ailleurs qu'on ne ſçauroit trop mettre de notre mélange d'os & de charbon pulvériſés; mais qu'il y en a ſuffiſamment quand il empêche les pieces de ſe toucher. Il ſeroit auſſi inutile d'avertir de placer les pieces les plus épaiſſes, & celles qui ont beſoin d'être le plus adoucies, dans les endroits où la chaleur eſt la plus vive. Mais nous avertirons de bien ôter tout le ſable qui pourroit être reſté ſur chaque piece quand on l'a tirée du moule; les endroits où on en aura laiſſé s'adouciront beaucoup moins que le reſte; d'ailleurs ſi le ſable vient à fondre, il formera un enduit qui s'étendra beaucoup par-delà l'endroit où il a été mis; s'il ne rend pas la piece plus dure, il la couvrira d'une matiere qui ſera ſouvent difficile à détacher. Un autre avertiſſement dont je ne connoiſſois pas autrefois l'importance, c'eſt de bien preſſer la compoſition contre les ouvrages. Je voudrois même qu'on la tapât avec des maillets, comme les Fondeurs tapent le ſable de leurs moules. Cette façon ſi ſimple eſt capable de mieux aſſurer le ſuccès du recuit, & de prévenir bien des accidents [1].

Après avoir bien eſſayé ſi une chaleur modérée & plus longue ne produiroit point de meilleurs effets pour nos adouciſſements, qu'une chaleur plus violente, je me ſuis convaincu que la chaleur ne ſçauroit être trop grande, ſi on n'a en vûe que de rendre les ouvrages limables, pourvû qu'elle ne le ſoit pas au point de faire fondre les pieces. Mais on ne peut encore donner des regles générales ſur la durée du feu que demandent les ouvrages pour être adoucis: outre qu'elle doit être plus grande, quand les ouvrages ſont plus épais, c'eſt qu'ils ne demandent pas tous à être adoucis au même point, & que ceux de différentes fontes pour être amenés au même point, demandent quelquefois des temps très-différents. Pour ſçavoir ſi les plus épais le ſont au point où on les veut, & pour s'aſſurer ſi la chaleur n'eſt point trop foible, ou ſi elle n'eſt point trop violente,

(1) *Voyez* la ſeconde Partie, Mém. 3.

lorſqu'on chargera le fourneau, on aura ſoin de placer à la hauteur de chacune des ouvertures, des morceaux de fer fondu de différentes épaiſſeurs, de même nature que celui des ouvrages, & qui puiſſent être retirés aiſément; ceux-ci ſerviront à inſtruire de l'état des autres. Il n'importe point qu'ils ſoient façonnés en ouvrages: il importe même qu'ils ſoient peu contournés; ils en ſeront plus faciles à ôter de place ſans rien déranger dans l'intérieur du fourneau. De toutes les formes, la plus commode qu'on leur puiſſe donner, c'eſt la ronde. Je les fais mouler en petits cylindres, en forme de baguettes, qui ont chacune de longueur au moins la moitié de celle du fourneau; & je fais fondre de ces baguettes de différents diametres: celui de quelques-uns eſt preſque égal à l'épaiſſeur de ſes plus groſſes pieces qui doivent être adoucies juſqu'au centre. Les petites apprennent ſi les pieces minces ne ſont pas en danger de fondre: c'eſt ce qu'on voit ſur-tout ſur les barbes qui ſont reſtées à ces baguettes; quand on les a retirées du moule, elles ont tout du long de deux côtés, diamétralement oppoſés, une petite feuille de métal, qui s'eſt moulée dans les vuides, que ne manquent guere de laiſſer les deux parties du moule, quelque exactement qu'on les ait appliquées l'une ſur l'autre; il n'y a certainement rien de plus mince dans le fourneau que ces petites barbes, & par conſéquent rien qui ſoit plus en riſque de fondre.

Fin du quatrieme Mémoire.



CINQUIEME MEMOIRE.

Des précautions avec lesquelles on doit recuire les ouvrages de fer fondu: des changements que les différents dégrés d'adouciſſement produiſent dans ce fer : comment on peut redonner aux ouvrages de fer fondu la dureté qu'on leur a ôtée.

A MESURE qu'on a rempli le fourneau des ouvrages qu'on y veut adoucir, qu'on l'a chargé, nous avons fait mettre des baguettes de fer à la hauteur de chacune de ces ouvertures qui ſe ferment par des bouchons aiſés à ôter. Entre ces baguettes, il y en a dont le diametre approche de l'épaiſſeur des pieces les plus maſſives; & d'autres plus menues. Ce ſont ces différentes baguettes qui doivent inſtruire de l'effet que le recuit a produit ſur les ouvrages. Mais pour être en état d'en juger, on a beſoin de connoître quels ſont les changements ſucceſſifs que ce recuit opere dans le fer qu'il adoucit; car alors on n'aura plus qu'à obſerver ſur les caſſures des baguettes qu'on aura retirées, ſi les changements qui dénotent l'adouciſſement y ont été faits. Nous devons ſçavoir auſſi juſqu'à quel point les différentes eſpeces de fer fondu peuvent être adoucies.

Quand on a retiré du fer fondu du fourneau à recuit, & qu'on l'a laiſſé refroidir, à la ſeule inſpection de l'extérieur, on peut juger s'il a été adouci en partie, ou s'il ne l'a pas été du tout. Le fer qui s'eſt refroidi dans le moule où il a été coulé, a une couleur bleuâtre, d'un bleu ardoiſé; s'il a conſervé cette couleur, ou ſi après lui avoir été ôtée par une ſorte de rouille ou autrement, elle lui eſt revenue dans le fourneau, ce fer n'eſt point du tout adouci. La lime mord rarement ſur celui qui a cette couleur bleuâtre. Mais ſi la couleur eſt terne, d'un brun tirant ſur le caffé, ou plus noirâtre, on peut compter ſûrement que ſa ſurface eſt douce.

Le fer fondu dont la ſurface a pris une couleur brune, eſt donc devenu du fer limable, au moins auprès de ſa ſurface. Caſſons-le pour obſerver les changements ſenſibles qui ſe ſont faits dans ſon intérieur; mais commençons par caſſer un morceau qui ne ſoit pas adouci à fond : nous trouverons un changement de couleur dans toute la caſſure ; ſi la fonte étoit blanche, elle ſera moins blanche; ſi elle étoit griſe, elle ſera devenue plus brune, & preſque noire ; la fonte qui étoit noire, devient d'un noir plus foncé. On fera ſûrement cette comparaiſon de couleur, ſi on conſerve des morceaux des mêmes baguettes qu'on a miſes dans le fourneau. Ce changement de couleur s'étendra juſqu'au centre d'un morceau avant qu'il s'y ſoit fait aucun adouciſſement conſidérable; il le précede ſouvent de long-temps ; à peine la plus mince couche de la ſurface, plus mince que du papier, eſt adoucie, que tout a changé de couleur, comme nous venons de le dire.

Mais le changement le plus remarquable qui ſe fait dans le fer pendant l'adouciſſement, eſt celui de ſa tiſſure, celle de la fonte blanche, qui étoit compacte, où on ne voyoit point de grains, où à peine pouvoit-on diſtinguer quelques lames, même avec un microſcope, devient plus rare.

Tout autour de ſa ſurface, on apperçoit un cordon compoſé de grains; par-tout où cette fonte a pris des grains, elle eſt adoucie : inſenſiblement les grains s'étendent,& gagnent juſqu'au centre. Quand tout l'intérieur, juſqu'au centre, eſt parvenu à être grainé, le fer y eſt adouci ; il eſt limable par-tout où il a pris des grains ; mais dans les endroits qui commencent à s'adoucir, les grains n'y ſont que parſemés, ils ſont écartés les uns des autres. A meſure que l'adouciſſement avance, la quantité de grains ſe multiplie en chaque endroit; ils y deviennent plus preſſés les uns contre les autres. A meſure auſſi que l'adouciſſement continue,la couleur du fer devient plus terne ; la fonte blanche & la plus blanche, devient plus griſe que l'acier ordinaire, même que l'acier le plus difficile à travailler. Mais une ſingularité à remarquer, c'eſt qu'au milieu de ces grains, il y a des endroits parſemés de grains plus gros & très-noirs : elle en eſt toute piquée.

Suivons encore le changement un peu plus loin ; le recuit a rendu notre fer fondu d'une couleur plus terne ; ſi on continue ce recuit, il ſe forme autour de ſa ſurface un cordon blanc, brillant, d'une couleur plus claire que celle de l'acier; en un mot, qui approche de celle des fers blancs à lames : auſſi ce cordon eſt-il un véritable cordon de fer ; il ſeroit malléable comme le fer ordinaire.

Enfin,

Enfin, le recuit eſt-il encore pouſſé plus loin, le cordon blanc s'étend : tout l'intérieur reprend des nuances de plus claires en plus claires, & enſuite de la blancheur. Mais ce qu'il y a encore plus à remarquer, c'eſt le changement de tiſſure qui continue à ſe faire. Nous avons diviſé les fers, dans l'Art de convertir le Fer en Acier, en différentes claſſes, par rapport aux variétés qui paroiſſent ſur leurs caſſures. Il y a des fers fondus, dont la caſſure devient préciſément ſemblable à celle des fers à lame, que nous avons rangés dans la premiere & dans la ſeconde claſſe. Il ne ſeroit nullement poſſible en comparant la caſſure de ces fers forgés, avec celle de nos fers fondus, de décider leſquels ont été fondus ; elles montrent l'une & l'autre des lames très-grandes, mêlées avec de plus petites, & d'un très-grand éclat : s'il y a quelque avantage du côté de la blancheur & du brillant, il eſt en faveur de notre fer fondu. D'autres fers fondus, après des recuits, ont des caſſures ſemblables à celles des fers à grains ; elles ſont moins blanches & moins brillantes, que celles des autres fers fondus, mais toujours au moins auſſi blanches que celles des fers forgés à qui elles reſſemblent ; auſſi ſont-elles redevenues à l'état du fer forgé.

Arrêtons-nous encore à remarquer les changements qui ſe ſont faits dans nos fontes blanches, à meſure qu'elles ont changé de tiſſure & de couleur. Nous n'avons point parlé juſqu'ici aſſez noblement de nos ouvrages jettés en moule. Au moins, ſi l'acier eſt plus noble que le fer, ils ſont, quand on le veut, des ouvrages d'acier, ſemblables à ceux d'acier ordinaire ; & il eſt plus difficile ou au moins plus long de les ramener à être de fer commun. C'étoit une conſéquence néceſſaire de tout ce que nous avons reconnu ailleurs de la nature de l'acier, de celle du fer & de celle de la fonte, que nos fontes, en s'adouciſſant, devoient devenir acier ſemblable à l'acier ordinaire : elles le ſont auſſi lorſqu'elles ont pris une couleur terne, & que leur caſſure paroît compoſée de grains. Si ces fers rendus limables, ſont chauffés & trempés comme l'acier ordinaire, ils prennent de même de la dureté par la trempe ; quand ils ſont ſortis de l'eau, la lime n'a plus de priſe ſur eux ; & ſi on les chauffe enſuite ſur les charbons, ils redeviendront limables, comme le redeviennent les aciers ordinaires : en un mot, notre fonte eſt alors transformée en véritable acier, pareil à l'acier ordinaire.

Mais ce nouvel acier ne doit pas être d'une condition plus durable que l'autre ; on doit le détruire, le ramener à être fer, le mettre hors d'état de prendre la trempe, en continuant à lui enlever ſes ſoufres, ou ce qui eſt la même choſe, en continuant de le recuire : c'eſt auſſi ce qui ne manque pas d'arriver. Dès que le cordon gris, compoſé de grains, eſt devenu blanc & compoſé de lames, alors il eſt fer. Qu'on le trempe en cet état, & on trouvera préciſément ce qu'on a trouvé dans nos aciers, qui, ayant été adoucis par des recuits, ont été enveloppés d'une couche de fer ; après la trempe, la lime mordra ſur la premiere ſurface, elle eſt fer : mais elle ne mordra pas par-delà l'endroit où ceſſe le cordon de fer. Si après avoir endurci, par la trempe, le centre de notre morceau de fer fondu, on le met ſur les charbons, qu'on l'y faſſe rougir, & qu'on l'y laiſſe enſuite refroidir lentement, il redeviendra limable, comme l'eſt l'acier ordinaire non trempé.

Si l'ouvrage de fer fondu eſt épais, on peut donc, dans le même endroit de la caſſure, avoir du fer dans tous les états, & cela par le moyen du recuit. La ſurface pourra être fer, ce qui ſuivra ſera acier ; ſi par-delà il n'a pas encore été aſſez adouci, il y ſera reſté fonte : & cette fonte, à différentes diſtances du centre, ſera de différentes qualités.

De tout cela, il réſulte que ſi l'adouciſſement eſt porté ſeulement juſques à un certain point, l'ouvrage de fer fondu eſt devenu un ouvrage d'acier ; que s'il eſt pouſſé plus loin, il eſt d'acier revêtu de fer ; & qu'enfin, un adouciſſement encore plus long, rend l'ouvrage de fer fondu, de même nature que celui de fer forgé.

Nous parcourrons les uſages qu'on doit faire du fer fondu, ramené à ces différents états, pour différents ouvrages ; mais pour la plus grande partie, il ne demande que d'être ramené à être acier ; de ſorte, que réellement la plûpart de nos ouvrages fondus deviennent & reſtent des ouvrages d'acier, comme ce nouveau nom n'ajouteroit rien à leur mérite, laiſſons-leur pourtant l'ancien.

Notre fer fondu, qui a été mis blanc dans le fourneau, y eſt d'abord devenu d'une couleur terne ; il y a enſuite pris des nuances de plus brunes en plus brunes, en continuant à s'adoucir. Devenu brun ou gris, juſques à un certain point, & continuant toujours à s'adoucir, il a enſuite commencé à prendre des nuances blanches, & de plus blanches en plus blanches : & enfin, il eſt arrivé à être plus blanc qu'il ne l'a jamais été.

On demandera apparemment pourquoi le fer qui commence à s'adoucir, devient de moins blanc en moins blanc ; & on demandera ſur-tout, pourquoi, après être devenu gris, brun ou noir, juſqu'à un certain point, il retourne au blanc. Voici, ce me ſemble, ce qu'on peut dire de plus probable, pour expliquer la raiſon de ce retour : Quand le fer fondu a commencé à ſouffrir le recuit, ſa tiſſure étoit compacte, toutes ſes parties étoient à peu-près également pénétrées de

ſoufres & de ſels; il n'y avoit ni grains, ni lames viſibles, & alors il paroiſſoit blanc. Le feu a-t-il agi ſur ce fer pendant un certain temps, il paroît grainé; les ſoufres & les ſels qui ſe ſont évaporés, ou qui ſe ſont mis en route de s'évaporer, ont trouvé des chemins plus commodes en certaines directions que dans d'autres; en ſe faiſant paſſage, ils ont diviſé, par parcelles, la maſſe du fer, & c'eſt cette eſpece de diviſion qui produit la grainure qui paroît alors. De cela ſeul, que ce fer eſt devenu grainé, il doit paroître moins blanc, qu'il ne le paroiſſoit; ſa tiſſure rendue moins compacte, par les vuides qui y ont été introduits, eſt moins propre à réfléchir autant de lumiere vers les mêmes côtés; car on doit concevoir qu'il s'eſt paſſé, dans chaque grain, quelque choſe de pareil à ce qui s'eſt paſſé ſenſiblement dans le total de la maſſe; que les grains eux-mêmes ſont devenus grainés, qu'ils ſont devenus ſpongieux: nous avons donc aſſez de quoi le rendre de plus brun en plus brun.

Nous avons rapporté en paſſant, comme une ſingularité, qu'il paroît parſemé en certains endroits de grains très-noirs; ces grains noirs peuvent eux-mêmes nous faire voir d'où vient la couleur brune du reſte. Je les ai obſervés au microſcope, & alors je n'ai plus trouvé de grains dans ces endroits; j'ai vû que ce que je prenois pour des grains noirs, étoient des cavités beaucoup plus conſidérables que celles qui ſont ailleurs. Des cavités plus petites, & poſées plus proches les unes des autres, ne donneront donc qu'une couleur brune ou terne à notre fer fondu.

Il eſt plus difficile de voir ce qui va la ramener au blanc; la difficulté pourtant ſeroit plus conſidérable, ſi, devenu blanc pour la ſeconde fois, il avoit ſon premier blanc & ſa premiere tiſſure. Mais on obſervera que ce dernier blanc, eſt un blanc vif & éclatant, au lieu que le premier étoit mat. D'ailleurs, au lieu que la premiere tiſſure étoit égale, la derniere eſt très-inégale. On y obſerve, ou des grains qui laiſſent entr'eux des vuides, ou des lames ſéparées les unes des autres, par des vuides encore plus grands: & on n'y voyoit rien de pareil, quand il a été mis au feu. Les vuides qui ſe trouvent entre les grains & les lames, & qui n'y étoient pas auparavant, ne ſçauroient être pris pour les places qui ont été abandonnées par les ſoufres & les ſels; ils n'étoient pas ainſi amoncelés. Mais il faut concevoir que les grains qui étoient ſpongieux, quand les ſoufres ont été évaporés, ſont enſuite devenus plus compactes; les parties du métal ayant été miſes dans un état approchant de celui de la fuſion, ſe ſont touchées les unes les autres, & collées les unes contre les autres; il n'y a donc plus eu alors autant de vuide dans chaque grain, dans chaque lame, & il s'en eſt fait de plus grands entre les grains & les lames. Mais les grains viſibles, par eux-mêmes, dès qu'ils ſont devenus d'une tiſſure plus ſerrée, ſont devenus plus blancs & d'un blanc plus vif, & plus éclatant que celui qu'ils avoient d'abord, parce que les parties métalliques ne ſont plus mêlangées avec autant de matieres étrangeres.

Une des premieres fois que je commençai à adoucir le fer en grand, celle même où je fus dérangé par des écailles, il y eut un événement qui me paroît bien mériter d'être rapporté, & dont l'explication eût été embarraſſante, ſi elle n'eût été précédée des obſervations dont nous venons de parler. Parmi les ouvrages qui étoient dans le fourneau, il y avoit pluſieurs grands marteaux de porte cochere. Ces marteaux étoient peſants, comme il convenoit à leur grandeur & à leur épaiſſeur. Lorſque je les retirai du fourneau, je ne fus pas peu ſurpris de les trouver légers; auſſi de maſſifs que je les y avois mis, ils étoient devenus creux: ce n'étoient plus que des tuyaux contournés; tout leur intérieur étoit vuide; ils avoient pourtant conſervé leur forme extérieure; ils n'avoient perdu que quelques feuillages, qui s'en étoient allés avec les écailles; regardés attentivement, on remarquoit quelques petits trous, par où la matiere de l'intérieur s'étoit écoulée après être devenue fluide. Il n'eſt pas merveilleux que ces marteaux fuſſent devenus plus légers, une partie de la matiere dont ils étoient compoſés s'étant écoulée; mais il le paroît que ce ſoit la matiere qui occupoit l'intérieur, & même le centre qui eût été rendue plus fluide, pendant que les couches extérieures avoient conſervé leur ſolidité: il eſt contre l'ordre, que la fuſion commence par l'intérieur. Les couches intérieures n'ont de chaleur, que celles qu'elles reçoivent des couches extérieures; elles peuvent au plus en avoir autant, mais elles ne ſçauroient en avoir davantage. Pour le dénouement de ce fait, il ſuffit néanmoins de ſe ſouvenir que le fer forgé ne ſçauroit être mis en fuſion par le feu ordinaire, & concevoir que la chaleur n'a été aſſez violente dans notre fourneau pour rendre la fonte fluide, qu'après qu'une certaine épaiſſeur de nos marteaux a été adoucie au point d'être convertie en fer forgeable, ou en acier. La chaleur a eu beau alors augmenter, les marteaux ont conſervé leur forme extérieure; leur intérieur étoit de la fonte qui ſe trouvoit renfermée dans une ſorte de creuſet de fer non fuſible, & clos de toutes parts, elle s'eſt liquéfiée dans ce creuſet; après avoir ramolli ſes parois dans les endroits où elles étoient le plus minces, le plus foibles, elle les a forcées à céder; elle s'eſt ouvert

des paſſages par leſquels elle a coulé dans le fourneau, ou dans le creuſet commun à toutes les pieces. J'ai trouvé cette fonte dans le bas du fourneau en maſſe informe.

Peut-être mettra-t-on cette obſervation à profit, pour donner de la légéreté à certains ouvrages de fer fondu qui ſeroient trop peſants. Si après avoir amené leurs premieres couches à être acier, ou fer forgé, on pouſſe le feu plus violemment, leur intérieur fondra aſſez vîte. Il n'arrivera pas même, pour cela à la ſurface, de s'écailler s'il y a de la poudre de charbon mêlée avec la poudre d'os; la poudre d'os étoit ſeule lorſque le fait précédent arriva.

Pour m'aſſurer que cette expérience n'étoit point l'effet d'un haſard ſingulier, ou, pour parler plus exactement, d'un concours de cauſes difficiles à raſſembler, j'ai cherché à changer des cylindres maſſifs en des tuyaux creux. Pour cette expérience, j'ai pris des morceaux de ces mêmes baguettes que nous avons employées pour les épreuves. J'ai mis de ces morceaux de baguette dans de petits creuſets où ils étoient entourés de la compoſition propre à adoucir. Ces creuſets étant expoſés au feu d'une forge ordinaire, & entiérement couverts de charbons, je leur ai fait donner d'abord un feu modéré propre à les adoucir, quand j'ai eſtimé que ce feu avoit ſuffiſamment produit d'effet, qu'il avoit tiré les premieres couches de nos cylindres de l'état de fonte de fer; j'ai fait augmenter le feu au point néceſſaire pour rendre liquide de la fonte. Celle qui occupoit le centre de nos cylindres l'eſt devenue auſſi, & devenue liquide, elle a abandonné le milieu du cylindre qui a été transformé comme j'avois travaillé à le faire dans un tuyau cylindrique.

Cette expérience faite, pour ainſi dire, à tâtons, ne m'a pas pourtant toujours réuſſi; quelquefois j'ai fait agir trop tard le feu violent, dans le temps que les cylindres avoient été adoucis juſques au centre; alors ils ont conſervé leur ſolidité. Quelquefois j'ai fait donner trop tôt ce feu, & alors tout s'eſt fondu; la couche adoucie eſt devenue fer commun; étant trop mince, elle a été un creuſet trop foible pour contenir le métal fondu. Mais veut-on une maniere immanquable de réuſſir? qu'on retire du fourneau ces baguettes qu'on y a miſes pour épreuves, qu'on les caſſe, & qu'on voie ſur leur caſſure quelle partie de leur épaiſſeur eſt adoucie; ſi cette épaiſſeur paroît ſuffiſante, qu'on donne à ces baguettes un feu violent comme nous venons de l'expliquer, & on les rendra creuſes. L'expédient que nous propoſons pour ces baguettes, ſera général pour toutes les eſpeces d'ouvrages; on peut y laiſſer des jets de fonte, qui, étant caſſés, inſtruiront de l'état du reſte. Mais le ſuccès ſera d'autant plus sûr que les pieces ſeront plus épaiſſes; cela même eſt une circonſtance heureuſe; car ce ne ſera guere que pour les pieces épaiſſes, qu'on pourra tirer avantage de cette obſervation. Avant de la quitter, remarquons encore qu'on pourra faciliter la ſortie de la matiere qui ſe fondra au milieu d'une piece, & donner à cette matiere fluide, iſſue par quel endroit on voudra; on fera l'un & l'autre en couvrant cet endroit d'un petit enduit de ſable, ou de quelque matiere moins propre à avancer l'adouciſſement, que ne le ſont nos compoſitions.

Entre les ouvrages que l'on peut faire de fer fondu, il y en a qui ne demandent à avoir que leurs premieres couches adoucies; tels ſont ceux qui n'ont beſoin que d'être travaillés à la lime, aux ciſeaux & cizelets; qui ſont deſtinés à des uſages, où ils fatiguent peu, ou qui étant très-épais, ſont par leur épaiſſeur ſuffiſamment en état de réſiſter; car quoique le fer fondu ſoit naturellement caſſant, il peut réſiſter par la groſſeur de ſa maſſe. On fait actuellement ſans aucune préparation des enclumes de fer fondu qui ſoutiennent les coups des plus peſants marteaux, on pourroit frapper rudement de groſſes maſſes de verre ſans les caſſer. Il ſeroit inutile de donner un recuit long aux pieces qui ne demandent que ce leger adouciſſement.

D'autres ouvrages de fer fondu veulent être adoucis juſqu'au centre; tous ceux qu'on doit percer de part en part avec le foret ſont dans ce cas, & de même tous ceux où il faut tailler des écrous; la durée du feu les aménera toujours à ce point quand on voudra.

Enfin, d'autres ouvrages ont non-ſeulement beſoin d'être adoucis, mais ils ont beſoin de devenir moins caſſants, d'acquérir de la ſoupleſſe juſqu'à un certain point; c'eſt ce que nous appellerons ici *prendre du corps*, comme nous l'avons fait en parlant de l'acier. Ceux qui demandent à acquérir une ſorte de flexibilité, doivent être flexibles ou à chaud ou à froid; comme on ne jette des ouvrages en moule que pour n'avoir pas la peine de les forger, la ſoupleſſe qu'on doit exiger des ouvrages de fer fondu, pour être travaillés à chaud, n'eſt pas qu'ils ſe laiſſent forger entiérement, que l'on puiſſe changer tout-à-fait leur figure; ce ſeroit perdre les avantages de notre Art; mais il y a des circonſtances où une piece pour être ajuſtée dans la place où on la veut, pour être aſſemblée avec une autre, a beſoin d'être courbée, ou redreſſée, d'être quelque part un peu applatie: des fleurons, ou d'autres ornements qu'on veut placer dans des grilles, ſont quelquefois dans ce cas. Les ouvrages de fer fondu qui auront pris juſqu'au centre le grain de fer forgé, peuvent être chauffés couleur

de cerise, & alors, pourvû qu'on les traite doucement, ils se laisseront plier & applatir. Mais nous donnerons dans la Partie suivante, la maniere de plier & de contourner ces sortes d'ouvrages, s'il est nécessaire, sans qu'ils aient besoin d'être autant adoucis que nous venons de le supposer.

Quoique très-adoucis, ils ne peuvent l'avoir été que jusqu'à un point, tel que si on leur donnoit une chaude suante, ils creveroient sous le marteau, ils resteroient pleins de fentes; par l'adoucissement, ils deviennent d'abord aciers, mais ils commencent par être aciers intraitables, aciers des plus difficiles à forger; enfin, on les ramene à être des aciers de qualité approchante de celle des aciers ordinaires, & même à la nature du fer forgé, si l'adoucissement est poussé plus loin.

J'en ai pourtant trouvé, qui, ramenés même à l'état du fer forgeable ne se laissoient quelquefois forger que comme des aciers difficiles à travailler, & cela n'est pas étonnant; il y a des fers ordinaires difficiles à forger: les parties de notre fer, qui doit son état à l'adoucissement, sont plus écartées les unes des autres; elles laissent entr'elles plus de vuides: chauffe-t-on ce fer à un grand degré de chaleur, & le veut-on forger rudement? on écarte des parties mal-unies, quelques-unes se détachent, il se fait des crevasses. En réitérant les chaudes, on parviendroit à réunir ces endroits gercés, comme on réunit ensemble deux différents morceaux de fer; mais, nous le répétons, nos ouvrages de fer fondu ne demandent pas d'être façonnés au marteau; on ne moule point le fer pour avoir la peine de le forger. Ils peuvent au plus demander à y être un peu redressés, & il sera facile de les mettre en cet état.

Par l'adoucissement, j'ai pourtant mis du fer fondu en état de se laisser travailler à chaud, comme eût fait du fer en barres; après avoir été forgé, il ne laissoit voir aucunes fentes, aucunes gerçures; mais pour l'amener à ce point, il faut continuer le recuit bien plus long-temps qu'il ne feroit nécessaire pour donner au fer fondu la molesse qui donne prise aux ciseaux & aux limes.

On fera plus si les pieces sont minces; si on réitere les recuits assez de fois, & que les fontes soient de certaines especes, après avoir ramené ces pieces à la condition du fer forgé, on leur fera acquérir une souplesse, qui à froid, surpasse celle de certains fers: j'ai souvent si bien adouci des pieces minces, comme sont des gardes d'épées, des dessus de tabatieres, que je les ai conduites au point de se laisser plier en deux à froid, & à coups de marteau; il y a bien des pieces qui étant faites de diverses sortes de fer forgé, n'auroient pas eu une si grande souplesse. Des recuits poussés plus loin donneront aussi une sorte de flexibilité du corps, jusqu'à un certain degré, aux pieces épaisses, sur-tout si elles sont de certaines especes de fonte. La méthode de donner du corps à nos ouvrages, a pourtant encore besoin d'être perfectionnée, & nous nous étendrons dans un Mémoire de la troisieme Partie sur les vûes qui semblent propres à y contribuer.

Outre l'avantage du corps que le fer fondu retire des recuits poussés plus loin que le travail de la lime ne le demanderoit, il en retire un autre; nos observations nous ont appris que le fer commencé à adoucir, & même devenu très-limable, a une couleur terne, grise; mais que si le recuit est continué, cette couleur s'éclaircit, & qu'enfin la couleur la plus blanche, & la plus vive que le fer puisse prendre, lui succede. Si on a ôté le fer du fourneau dans le premier état d'adoucissement, les ouvrages réparés, avec quelque soin qu'on les polisse, n'auront pas une couleur si blanche, que si le fer eût été pris dans l'état du second adoucissement. Si cependant les ouvrages qu'on veut adoucir, n'ont besoin, après l'adoucissement, que d'être réparés, qu'il ne faille pas les percer ni en emporter des couches épaisses, il ne sera nullement nécessaire que le recuit donne de la blancheur à tout l'intérieur du fer, c'est alors à la surface à qui on a affaire, & nous sçavons qu'heureusement l'adoucissement, & par conséquent les nuances de blanc commencent par-là.

Nous avons supposé tous nos ouvrages de fonte blanche; ceux de fonte grise, ou même noire, limables avant le radoucissement, sembleroient promettre encore un adoucissement plus considérable; tout au plus craindroit-on pour eux qu'étant déja de couleur brune, & qui le devient encore davantage par le premier recuit, ils ne fussent des fers d'une vilaine couleur; il est vrai aussi que quoiqu'autant limables que des ouvrages de fonte blanche adoucie, ils n'ont pas la blancheur de ceux de cette fonte. Mais si on pousse leur recuit jusqu'à un certain point, & que ces fontes grises soient d'une bonne qualité, & telles que nous les emploierons ailleurs (1), quand elles auront été suffisamment recuites, elles ne le céderont ni pour l'éclat, ni pour la blancheur aux fontes blanches. Je l'ai déja dit, la couleur naturelle des fontes blanches, m'avoit trop prévenu en leur faveur; j'en ai été plus facile à déterminer par les expériences qui leur ont semblé favorables, & par celles qui ont paru

(1) *Voyez* la troisieme Partie.

contraires

contraires aux fontes grises. Dans la premiere édition, j'ai même avancé que les ouvrages de fonte grise ne prenoient jamais autant de corps que ceux de fonte blanche. Mais des expériences que j'ai faites depuis, & qui m'ont engagé à multiplier les essais des fontes grises, m'ont appris qu'il y en a des especes qui peuvent acquérir beaucoup de corps par l'adoucissement, autant & plus qu'aucune fonte blanche, qui deviennent des fers très-aisés à forger à chaud & flexibles à froid, & dont la couleur ne laisse rien à desirer. On pourra donc hardiment entreprendre d'adoucir des ouvrages de ces fontes qui ont été coulées en moule en sortant du fourneau où la mine a éte fondue, comme sont les marmites, les chaudrons, &c. les vases à fleurs, &c. & quantité d'autres.

Au reste, toute fonte, soit grise, soit blanche, ne sera pas capable d'acquérir un égal dégré de flexibilité, quoiqu'elle prenne au recuit la même nuance; il y en a qui doivent l'emporter beaucoup sur les autres de ce côté-là; il y a des fers forgés incomparablement plus flexibles les uns que les autres; il est probable que les fontes qui donnent les fers forgés les plus liants, donneront aussi des ouvrages de fer fondu qui auront plus de corps. J'ai trouvé des fontes qui sont devenues flexibles, à un point qui m'a surpris; il n'y a point de fer qui se laisse mieux plier, que les morceaux de fontes dont je veux parler: mais malheureusement j'ignorois le fourneau d'où ils étoient venus. Aussi est-ce une suite d'expériences qui restent à faire, que d'éprouver les fontes de différents pays, qui prendront le plus de corps par les recuits; & ce sont des expériences qui se feront nécessairement à mesure que notre Art s'étendra: mais la présomption est actuellement pour les fontes qui donnent des fers fibreux.

Nous avons distingué différents dégrés d'adoucissements qui conviennent à différentes especes d'ouvrages; mais il n'est presque pas possible d'entrer dans le détail de la durée du feu qu'ils demanderont: car elle doit être proportionnée à leur épaisseur. Pour donner pourtant quelque idée des frais, nous dirons que si on chauffe avec du bois, un fourneau dont les creusets auront les dimensions de celui qui est représenté, une voie de bois y adoucira presque tous les ouvrages, au point de pouvoir être bien réparés, de quelque grandeur que soient ces ouvrages, & quoiqu'ils aient un pouce & demi d'épaisseur en quelques endroits, ce qui fait des pieces de fer épaisses. Tout le fourneau ne doit pourtant pas être rempli de pieces si épaisses, il y en aura de beaucoup plus minces, dans les endroits où la chaleur est moins violente. Cette voie de bois y doit être brûlée dans trois jours & deux nuits au plus, & même dans un temps plus court; si on la fait durer plus long-temps, la chaleur ne sera pas assez vive: si le fourneau est construit sur les mêmes mesures que celui de la *Pl. II.* on y brûlera environ deux voies de bois. Nous abrégeons bien l'opération, s'il est vrai, comme les Ouvriers qui ont travaillé à l'établissement, il y a 20 & tant d'années, m'en ont assuré, qu'on tenoit en feu 18 & 20 jours le fourneau où on adoucissoit. L'opération sera plus prompte, & adoucira le fer plus profondément, si au lieu de bois on emploie le charbon, & si sur-tout on excite son ardeur par un soufflet; mais aussi sera-t-on plus attentif alors à voir jusques où va la chaleur des ouvrages, ils pourroient fondre; pourvû qu'ils ne fondent pas, ils ne sçauroient chauffer trop vivement: mais on sera instruit de leur dégré de chaleur, comme du succès de l'opération par les baguettes d'essais dont nous avons assez parlé. Enfin, le charbon de bois allumé seulement par l'air qui entre librement dans le fourneau, rendra l'opération assez prompte. Des palâtres de serrures, & d'autres ouvrages plus épais, pourront y être adoucis dans un jour, si le feu est bien ménagé.

Quelque attention qu'on ait à donner aux pieces les places qui leur conviennent le mieux, par rapport à leur épaisseur, il arrivera souvent que quelques-unes, pour être elles-mêmes en différents endroits d'épaisseur très-inégale, ne seront pas suffisamment adoucies. Il y a des épaisseurs qui peuvent être adoucies dans dix ou douze heures, & d'autres qui demandent plusieurs jours. Ces différentes épaisseurs peuvent se trouver dans le même ouvrage. Le remede sera plus facile, ce sera de trier celles-là, & de les garder pour une seconde fournée où elles seront remises: comme on y remettra généralement toutes les pieces qui n'auront pas été rendues assez traitables.

La premiere fournée, celle où on n'auroit brûlé qu'une voie de bois, ne procurera pas non plus un adoucissement suffisant aux ouvrages épais, qui demandent à être adoucis jusques au centre, au point de pouvoir être percés, ni même à ceux des ouvrages minces, qui doivent être adoucis au point de se laisser plier à froid. On les recuira une seconde & une troisieme fois, jusqu'à ce qu'on les ait amenés au dégré où on les veut. Il y auroit encore plus d'épargne à mettre dans différentes fournées, les ouvrages qui demandent différents dégrés d'adoucissements; on profiteroit de la chaleur acquise, en ne les laissant point refroidir, & continuant le feu jusqu'à ce qu'ils fussent adoucis à fond.

Ce n'est pas qu'il en soit ici, comme pour nos aciers, que la durée du feu puisse nuire

au fer adouci au point où il a besoin de l'être; l'adoucissement ne sçauroit rien gâter, que poussé par-delà les bornes, où on ne s'avisera pas de le pousser ; ce seroit après un trop grand nombre de recuits répétés ; mais il est dommage de consumer du bois, pour produire un effet inutile : aussi doit-on se munir de plusieurs fourneaux ; ils ne reviendront pas chacun fort cher. On se servira des uns ou des autres, selon les especes d'ouvrages qu'on aura à adoucir : on mettra dans les petits fourneaux tous les ouvrages minces.

Quoique nous ne puissions entrer dans un juste détail de la dépense des recuits, on peut vouloir en prendre une idée grossiere, on peut craindre qu'outre les frais du recuit, le fer adouci ne coûtât davantage à réparer que les autres métaux ; pour donner quelque idée de l'épargne, je citerai seulement deux ouvrages du même genre, que je fis faire d'abord pour m'instruire moi-même ; le premier, est le Marteau de la Porte de l'Hôtel de la Ferté, que nous avons cité dans le premier Mémoire ; j'en fis prendre le modele ; les frais du modele ne devoient pas entrer en ligne de compte, parce qu'ils y entrent pour très-peu de chose ; le même modele servant à faire une infinité d'ouvrages semblables, ce qu'il a coûté se distribue sur eux tous. Ayant donc le modele de ce Marteau, j'en ai fait jetter plusieurs en moule, que j'ai ensuite fait adoucir & réparer. Ces marteaux très-beaux & très-finis, ne me sont pas revenus à chacun 20 livres, pendant que l'original en avoit coûté 700. J'ai fait faire en plomb le modele d'un autre Marteau, je l'ai présenté à divers Ouvriers, pour sçavoir ce qu'ils demanderoient pour le faire en fer forgé. Quelques-uns en ont mis la façon à 1500 livres, & aucun ne l'a laissée au-dessous de 1000 livres. Plusieurs de ces Marteaux très-beaux & très-finis ne m'ont coûté en fer fondu que 25 livres chacun. Il ne faut pourtant pas croire que les premiers ouvrages se donnent à si bon marché ; on voudra faire payer les premiers modeles, & dans tout établissement il y a à considérer des dépenses que je n'ai pas calculées pour moi, comme de loyers d'attelier & de maisons, de frais de Commis, &c. & ajouter les profits qu'on doit faire. Après toutes ces additions, ce même Marteau qui avoit été payé 700 livres, est aujourd'hui donné à 35 livres.

Nous n'avons rien à ajouter ici sur la maniere de piler le charbon, de le mêler avec les os ; il n'y a pas, sur cela, de pratiques différentes à suivre de celles dont nous avons parlé, à l'occasion de notre composition à acier ; nous ne ferions aussi que répéter ce que nous avons dit tant de fois, en parlant de la nécessité de bien luter toutes les jointures. La flamme est capable d'empêcher l'adoucissement, & qui plus est, de rendurcir même ce qui a été adouci, elle rend au fer ce qui lui a été ôté : mais ce n'est que dans des cas où son action sera très-forte & longue.

En voici une preuve, qui ne doit pas être oubliée. Je me suis souvent servi pour les recuits de nos ouvrages, de plaques de fonte. Le côté de ces plaques, qui étoit touché par les matieres propres à adoucir les ouvrages, devoit donc être adouci lui-même après l'opération finie ; & il l'étoit ; ce qui est dans l'ordre ; & de même, il étoit dans l'ordre, que la face qui étoit du côté du feu restât dure. Dans la fournée suivante, chaque plaque ayant été retournée de façon que la face qui étoit en-dehors du creuset, devînt en-dedans, elle se trouva à son tour en place de s'adoucir, & elle s'adoucit. Mais la surface qui avoit été adoucie ci-devant, celle sur laquelle la flamme agissoit, reprit sa premiere dureté ; le foret ne pouvoit plus la percer, de sorte que chaque fois qu'on retourne les plaques, on adoucit un côté, & au moins les premieres fois, on rendurcit celui qui étoit devenu doux.

Le côté des plaques qui est exposé au feu redeviendroit dur, quand ces plaques seroient de fer forgé ; tout fer brûlé, tout fer réduit en écailles, ou près d'y être réduit, prend une dureté presqu'à l'épreuve des limes & des forets, ou une dureté approchante de celle du verre : le fer brûlé est du fer vitrifié, au moins en partie.

Aussi, quand par quelque accident la surface des ouvrages de fer fondu se sera un peu brûlée, qu'elle se sera écaillée, l'écaille sera toujours dure : mais si on fait tomber l'écaille, souvent on trouvera le dessous très-limable. Ces écailles pourroient quelquefois faire croire que le fer n'est point adouci, quoiqu'il le soit très-bien ; & cela dans certaines circonstances où cette écaille, cette portion de l'épaisseur qui a été brûlée, ne s'est nullement détachée de dessus le fer ; elle y paroît quelquefois si bien appliquée, qu'on ne soupçonneroit pas qu'il y a une partie de ce fer qui peut être facilement séparée du reste ; qu'on tâte alors l'ouvrage à la lime, il y résistera. Mais qu'avec la pane d'un marteau on le frappe doucement, la partie brûlée, la partie écaillée se détachera par parcelles ; en donnant successivement de semblables coups par-tout, on fera tomber la feuille brûlée dont il étoit enveloppé, & au-dessous de cette feuille il sera limable.

Le fer fondu qui, au sortir du recuit, où il a resté assez long-temps pour être adouci, a une couleur bleuâtre, ou qui paroît parsemé de petits brillants : enfin, le fer qui n'a pas cette couleur d'un brun caffé, dont nous avons parlé au commencement de ce Mé-

moire, ce fer a sûrement sa surface brûlée; il est recouvert d'une écaille dure, que les coups de marteau feront tomber.

Les ouvrages de fer & d'acier ne sçauroient être trop mous pendant qu'on les lime, & qu'on les cisele ; mais souvent il est à propos de leur donner de la dureté, lorsque la lime, les ciseaux & les burins n'ont plus à mordre dessus. Si on les rendoit durs, on ne parviendroit pas à leur faire prendre un poli vif & brillant: dans les métaux comme dans les pierres, le dégré du poli est nécessairement proportionné au dégré de dureté. D'ailleurs, ces ouvrages conserveroient mal le poli qu'ils ont reçu, s'ils n'avoient de la dureté; une clef extrêmement finie, comme sont celles qu'on nous apporte d'Angleterre, perdroit bien-tôt son lustre, si avant d'achever de la polir, on n'avoit eu la précaution de la tremper ; on trempe l'acier d'autant plus dur, qu'on veut le polir avec plus de soin. Quand l'adoucissement n'a ramené notre fer fondu qu'à être acier, il n'y a pas à douter qu'il ne puisse être trempé comme l'acier ; & quand l'adoucissement n'a recouvert l'acier, que d'une couche de fer mince, si en travaillant la piece, on emporte cette couche de fer, la piece pourra encore prendre la trempe ; si l'adoucissement l'a rendue trop fer, s'il l'a amenée en entier ou fort avant à l'état du fer doux, elle ne pourra plus s'endurcir par la trempe ordinaire, comme nous l'avons dit ci-dessus.

Mais j'ai éprouvé qu'on l'endurcira de nouveau, à quel point on voudra, en la trempant en paquet ; il n'y a point d'acier, dont la dureté surpasse celle qu'on peut lui donner, au moyen de cette sorte de trempe ; & alors elle pourra être polie aussi parfaitement qu'on le voudra : d'ailleurs, il faut moins de temps pour tremper en paquet les ouvrages de fer fondu, que pour tremper ceux de fer forgé.

Nous avons vû, que pour tremper une piece en paquet, on la fait recuire dans des matieres qui seroient propres à la convertir en acier, qui lui fournissent des soufres & des sels ; il suffit de donner un recuit d'une durée assez courte, pour mettre la piece en état de s'endurcir, étant trempée dans l'eau froide. Mais j'ai donné à dessein, un recuit très-long à des ouvrages de fer fondu adoucis au point d'avoir pris un grand blanc. Pendant ce recuit, ils étoient entourés de la même composition que j'ai décrite pour convertir le fer en acier. Au sortir du recuit, le fer fondu, que je n'avois pas trempé dans l'eau, avoit repris une grande partie de sa premiere dureté ; il y avoit des endroits que la lime ne pouvoit plus attaquer ; d'autres endroits étoient seulement moins doux, & la couleur blanche qu'ils avoient acquise ci-devant, étoit redevenue plus brune. Apparemment qu'en poussant plus loin l'expérience, on rendroit de la sorte à une masse de fer adoucie toute son ancienne dureté. Pour adoucir le fer fondu, nous l'avons décomposé; & par cette opération, nous le recomposons. Mais si le recuit de cette espece n'est pas fait à feu violent, ni excessivement long, il n'augmentera pas la dureté : il donnera même du corps.

Fin du cinquieme Mémoire.





NOUVEL ART
D'ADOUCIR LE FER FONDU,
Et de faire des Ouvrages de Fer fondu auſſi finis que de Fer forgé.

Par M. DE RÉAUMUR.

ADDITION A LA TROISIEME SECTION SUR LE FER.

SECONDE PARTIE.

Qui apprend à adoucir le Fer fondu en couvrant les ouvrages avec un ſimple enduit; la compoſition de ces enduits; différentes manieres de recuire ces ouvrages; précautions pour que les ouvrages ne ſe voilent point.

PREMIER MÉMOIRE.

Comment on peut adoucir les ouvrages de Fer fondu ſans les renfermer dans des creuſets, ou capacités équivalentes: deux manieres de le faire: avantages de ces manieres d'adoucir: éclairciſſements qu'elles donnent ſur la cauſe de l'adouciſſement.

Nous avons pris pour principe, qu'adoucir le fer fondu, c'eſt lui enlever les ſoufres & les ſels dont il eſt trop pénétré; ſelon ce principe, pour parvenir à rendre traitables les ouvrages de ce métal, nous les avons fait recuire dans des eſpeces de grands creuſets, où ils ſont entourés principalement de poudre d'os qui, des matieres que nous connoiſſons, eſt peut-être la plus dénuée de parties ſulfureuſes, & de parties ſalines. Outre que cette méthode, celle de renfermer les ouvrages dans des creuſets, eſt celle qui ſemble ſe préſenter le plus naturellement; j'avois encore été déterminé à la tenter, parce que j'avois appris qu'elle avoit été pratiquée à Cône, lorſqu'on y travailla, il y a 20 & quelques années, à adoucir le fer fondu. C'eſt peut-être tout ce que les procédés que nous avons donnés, ont de commun avec ceux dont on fit alors uſage; l'incertitude & la lenteur du ſuccès des anciennes opérations en ſemblent des preuves. Cette méthode, d'adoucir dans des creuſets, eſt la ſeule qui ait été expliquée dans la premiere Edition de notre Art: & je n'ai rien trouvé d'eſſentiel à y ajouter.

Depuis que cette Edition a été rendue publique, j'ai appris qu'il y avoit eu à Conches, en Normandie, un établiſſement pour adoucir les ouvrages de fer fondu, qui avoit précédé de pluſieurs années celui de Cône. Le ſieur d'Haudimont avoit le ſecret de l'adouciſſement; & les fonds néceſſaires lui étoient fournis par des Particuliers qu'il avoit aſſociés à ſon entrepriſe. Des commencements heureux furent arrêtés par un Procès que ſe firent

firent les Associés : pendant le cours du Procès, le sieur d'Haudimont mourut, & l'établissement périt avec lui.

Un fils de ce même M. d'Haudimont me fit l'amitié de me venir voir, & c'est de lui que j'ai sçû ce que je viens de rapporter du secret qu'avoit eu feu son pere. Il m'apprit de plus, que sa pratique étoit de recouvrir les ouvrages d'une certaine composition; & ainsi recouverts, de les exposer au feu; que, quoique aussi épais que le sont les balcons ordinaires, un jour de feu les rendoit limables; il me fit voir un panneau de balcon, & de grands chenets, qui avoient été assez bien adoucis par cette méthode. Lorsqu'il perdit son pere, il étoit dans un âge auquel on ne pouvoit lui confier un secret, & auquel même on n'auroit pû le lui apprendre: il m'assura pourtant qu'il sçavoit à peu-près quelles étoient les matieres dont son pere se servoit. Mais quoique extrêmement poli, il ne crut pas m'en devoir communiquer davantage. Peut-être même par politesse, voulut-il me laisser le plaisir de découvrir cette nouvelle façon d'adoucir : peut-être aussi n'étois-je pas fâché de ce qu'il me le laissoit. J'avois pourtant fait autrefois des tentatives pour y parvenir; elles n'avoient pas été heureuses, & je les avois abandonnées. Dès que je sçus que cette nouvelle façon avoit été trouvée, l'espérance ne manqua pas de me renaître. Dans ce genre un homme sûr de sa patience, peut se promettre avec une confiance raisonnable, de trouver ce qui l'a été par un autre.

La méthode d'adoucir les ouvrages en les tenant renfermés dans des especes de creusets est bonne, & préférable même à l'autre dans des cas que nous déterminerons dans la suite; mais dans d'autres cas, & sur-tout dans ceux où il s'agit d'ouvrages qui ont de l'épaisseur, il est plus avantageux de pouvoir les adoucir, après les avoir simplement recouverts d'un enduit : cette seconde méthode épargne considérablement de bois ou de charbon, & de temps. Quand le feu a à traverser les parois épaisses d'un vaste creuset, son ardeur est amortie avant d'être parvenu jusques au centre; nous avons expliqué les moyens de donner à ce feu toute la violence nécessaire : mais alors il faut lui opposer des parois d'une épaisseur proportionnée à son activité, & plus les parois sont massives, plus le feu est inutilement employé à les chauffer elles-mêmes. Si je me propose dadoucir un canon, je me trouve d'abord embarrassé par la construction de la capacité du prodigieux creuset, dans lequel je le dois renfermer; je suis contraint de donner beaucoup de solidité à ses parois, & je prévois que l'effet du feu en sera proportionnellement plus lent. Aussi quand j'ai parlé de l'adoucissement des canons (*premiere Edition*), n'ai-je osé déterminer le temps qu'il demanderoit. S'il suffisoit à ce même canon d'être enduit d'une couche mince de quelque matiere, & qu'il pût en cet état être environné de charbons ardents, ou exposé à l'action de la flamme la plus vive, il est clair que l'adoucissement en seroit achevé bien plus vîte. Et quoiqu'on imagine que ce moyen accélere considérablement l'opération, on n'imagine pourtant pas qu'il l'accélere autant qu'il le fait.

Pour parvenir à recuire des ouvrages selon cette méthode, la difficulté se réduit à trouver une pâte pour les enduire, qui ait trois qualités, dont la premiere est, que seche, elle résiste au feu sans se fondre; la seconde, qu'elle ne soit pas de nature à s'opposer, par ses soufres & par ses sels, à l'adoucissement que le feu doit opérer; cette seconde qualité se trouvera assez ordinairemen réunie à la premiere : la matiere qui auroit beaucoup de soufres ou beaucoup de sels, soutiendroit mal le feu.

La troisiéme qualité, est celle qui paroîtra le plus difficile à trouver. C'est que cette matiere, après avoir été ramollie par l'eau se seche, sans diminuer sensiblement de volume; & c'est une propriété au moins aussi essentielle qu'aucune des deux précédentes. Car que nous proposons-nous, en recouvrant chaque ouvrage d'un enduit? nous voulons le mettre dans une espece de creuset exactement moulé sur sa figure. Cet enduit, cette espece de creuset, qui n'a pas à soutenir le poids de l'ouvrage, & qui, lui-même, est soutenu par la piece qu'il renferme, peut être extrêmement mince, dès qu'il ne sera pas fondant par sa nature : mais il faut qu'il renferme l'ouvrage aussi parfaitement, que le renfermeroit un creuset ordinaire bien luté. De-là, on voit que les terres dont on fait les pots de verrerie, & les meilleurs creusets des Fondeurs, ne rempliroient pas notre vûe: ces terres ne peuvent être façonnées, que lorsqu'elles ont été ramollies par l'eau. Quand on les fait secher, elles perdent de leur volume, les unes plus & les autres moins : communément c'est un douzieme ou un treizieme sur chaque dimension. Si nous enduisons notre ouvrage d'une pareille terre, nous prévoyons que lorsqu'elle sera seche, elle le laissera à découvert en plusieurs endroits; car, puisque en séchant elle diminuera de volume, pendant que le fer conservera le sien; il se fera nécessairement des fentes dans cette terre, qui donneroient lieu au feu d'attaquer le fer immédiatement : les fentes faites pendant que l'enduit a séché à l'air, pourroient être bouchées; mais celles qui s'y feroient pendant qu'il seroit dans le fourneau, ne le pourroient pas être de même.

Quoique ce raisonnement, si naturel, m'ait épargné l'essai des meilleures terres, il ne m'a pas empêché d'en éprouver plusieurs. Nous devons à toute recherche des tentatives inutiles; en revanche, ces mêmes tentatives qui ne répondent pas à nos desseins présents, nous servent quelquefois dans d'autres circonstances où nous n'eussions pas imaginé d'y avoir recours. Des expériences faites dans des vûes fort différentes de celles d'adoucir le fer, m'ont fait connoître la matiere dont je devois le plus me promettre, pour l'enduire sûrement; & cette matiere a parfaitement répondu à mon attente: c'est la mine de plomb dont je veux parler. Ce que j'appelle ici *mine de plomb*, n'est point le minéral d'où on tire le plomb; c'est cette matiere dont la plus fine est employée à faire les crayons: elle n'a rien de commun avec la véritable mine de plomb, que le nom & la couleur; & malgré cette ressemblance de nom & de couleur, elle ne contient point du tout de plomb. On s'en sert en Allemagne, pour faire des creusets qui résistent bien au feu; voilà déja une des propriétés que nous cherchons: ces creusets ont une qualité qui dénote la propriété que nous avons regardée comme la plus difficile à trouver; ils peuvent être tirés rouges du feu, & exposés à l'air froid sans se casser: refroidis, ils peuvent être subitement exposés une seconde fois à une chaleur assez considérable. Ce qui n'est propre qu'à des terres qui, en s'échauffant & en se refroidissant, perdent peu de leur volume; qu'à des terres que la chaleur & l'humidité dilatent peu.

Mais des épreuves plus directes & plus décisives, m'ont convaincu que la mine de plomb, après avoir été très-humectée d'eau, peut devenir très-seche, sans perdre sensiblement de son premier volume. Après l'avoir réduite en poudre, je l'ai détrempée à consistance de pâte molle; de cette pâte, jai formé des bandes longues de huit à dix pouces; je les ai mesurées d'abord qu'elles ont été faites, & je les ai mesurées encore après qu'elles ont été seches; dans ces deux états, je ne leur ai point trouvé de différence sensible en longueur.

Je crus donc pouvoir me servir avec succès de cette mine de plomb, pour enduire le fer: l'ayant fait réduire en poudre, & passer cette poudre par le tamis, je la délayai avec l'eau; j'en formai une pâte très-molle, une espece de bouillie; & avec un pinceau, j'en couchai à différentes reprises, des enduits, d'environ une demi-ligne ou une ligne d'épaisseur, sur des ouvrages de fer que je voulois adoucir. Parmi ces ouvrages il y avoit des boules de plus de 15 à 16 lignes de diametre; les enduits secherent sans qu'il s'y fît la moindre fente, la moindre gerçure; lorsqu'ils furent bien secs, je mis les ouvrages dans un fourneau à essai de mine; on y jette le charbon par en haut; le feu y est entretenu par le seul cours de l'air qui entre par différentes ouvertures que l'on augmente ou diminue selon qu'on tire plus ou moins les registres; je retirai les ouvrages de ce fourneau après cinq heures de feu; ce temps, quoique assez court par rapport à des ouvrages de quelque épaisseur, avoit suffi pour les bien adoucir; ils étoient peut-être plus doux qu'ils ne l'eussent été s'ils eussent été tenus plusieurs jours. Dans nos grands fourneaux à acier ou à recuit, les boules étoient aussi aisées à percer de part en part, que si elles eussent été de fer ordinaire. Au reste, nulle écaille ne paroissoit sur la surface de ces ouvrages. En un mot, ils furent très-bien & promptement adoucis.

Je répétai cette expérience plusieurs fois dans le même fourneau, & toujours avec le même succès. Mais ce fourneau ne me paroissant pas d'une forme trop convenable pour le travail en grand, j'en fis faire un de réverbere qui pouvoit servir de modele pour en construire de propres à contenir autant d'ouvrages que l'on souhaiteroit, & où ils pourroient être arrangés commodément. Ce fourneau de réverbere étoit fait pour être chauffé avec le bois; j'y mis des ouvrages enduits de mine de plomb, j'y en mis aussi d'enduits de diverses autres matieres que je m'étois proposé d'éprouver en même temps. Comme mon dessein étoit d'adoucir le tout parfaitement, j'y fis tenir le feu pendant quinze heures, & je pensois que c'étoit au moins deux à trois fois plus de temps qu'il n'étoit nécessaire; cependant quand je vins à retirer les ouvrages du fourneau, je ne trouvai pas même les plus minces entiérement adoucis, & tous étoient considérablement écaillés.

Qu'on me permette de continuer le détail dans lequel j'ai commencé à entrer, de poursuivre l'histoire de ces expériences; elles doivent nous donner des idées plus justes, plus précises, sur les causes de l'adoucissement, & sur la maniere de le conduire, que celles que nous avons eues jusqu'ici; si nous rapportions simplement les résultats de ces expériences, pour prouver ces résultats, il nous faudroit revenir, & peut-être plus d'une fois, à parler de ces mêmes circonstances que nous aurions obmises; nous ne gagnerions rien du côté de la briéveté; ce seroit avec moins de clarté que nous déduirions les principes que nous avons à établir.

Pour revenir donc au singulier & mauvais succès de l'expérience dont je viens de parler, je l'attribuai à ce que les enduits étoient peut-être trop humides lorsque je les avois mis dans le fourneau; que l'humidité les avoit soulevés en s'évaporant trop

ſubitement, qu'elle avoit ouvert des paſſages au feu pour attaquer le fer, & le faire écailler. J'enduiſis de nouveau d'autres ouvrages; je fis ſécher avec ſoin les couches dont je les avois recouverts, & je les remis dans mon fourneau de réverbere. Je tirai des eſſais de temps en temps; les premiers me firent voir du ſuccès, ils étoient adoucis auprès de la ſurface; il faut ſe rappeller que c'eſt toujours par-là que l'adouciſſement commence: je fis continuer le feu, & je continuai, après quelques heures, à tirer des eſſais; ils me contenterent peu: lorſque je remarquai qu'ils s'étoient écaillés, & que, qui pis étoit, l'adouciſſement ne ſembloit pas y avoir fait de progrès. La couche qui étoit adoucie dans les premiers eſſais, ne le cédoit point ou peu en épaiſſeur à la couche adoucie dans les derniers. Cependant pour pouſſer l'expérience à bout, j'entretins pendant 53 heures un feu que je croyois ne devoir être néceſſaire que pendant quatre à cinq. Enfin, je l'éteignis. Tous les ouvrages qui furent tirés du fourneau, n'avoient pas une couche adoucie plus épaiſſe que celle des eſſais qui furent examinés les premiers; mais ils avoient beaucoup plus d'écailles: le milieu étoit blanc, & au plus piqué de quelques points noirs. J'avois renfermé dans des creuſets bien lutés, des morceaux de fonte entourés de la même poudre qui compoſoit l'enduit des autres. Ici on ne pouvoit pas reprocher à l'enduit d'avoir mal défendu le fer contre la flamme, & d'avoir par-là occaſionné les écailles; cependant les morceaux de fer qui n'avoient eu aucun air, étoient très-conſidérablement écaillés.

Une ſeule obſervation à laquelle je fus heureuſement attentif, me parut propre à découvrir la cauſe de ces mauvais ſuccès, & le moyen infaillible d'en avoir de meilleurs. Pour tirer de l'obſervation dont je veux parler les mêmes conſéquences que nous en tirâmes, il faut avoir préſent l'ordre dans lequel ſe font tous les progrès de l'adouciſſement de la fonte blanche. Rappellons-nous donc que dans de la fonte très-blanche qui ſe cuit dans un creuſet au milieu de la compoſition d'os & de charbon, les premiers dégrés d'adouciſſement ſe font appercevoir près de ſa ſurface, & ſont marqués par des points gris dont elle devient piquée en cet endroit. A meſure que l'adouciſſement avance, des points gris paroiſſent à de plus grandes diſtances de la ſurface, & le nombre de ceux qui en étoient proches ſe multiplie; car, par la ſuite, elle devient entiérement griſe, & entiérement grainée. Cette grainure paſſe ſucceſſivement par différentes nuances de gris, de plus griſes en plus griſes, & qui ſucceſſivement gagnent le centre: enſuite des nuances les plus griſes, il ſe fait un retour à des nuances de plus claires en claires, toujours en commençant par la ſurface. Enfin, l'adouciſſement étant pouſſé plus loin, il fait paroître un cordon ſemblable par ſa couleur & ſa tiſſure à la caſſure de divers fers forgés. Voilà l'ordre ordinaire. Quand le cordon de fer commence, l'intérieur eſt adouci, eſt devenu tout grainé; il eſt gris. L'obſervation dont je veux parler, c'eſt que je remarquai que les fers fondus, que je retirai du fourneau de réverbere, avoient tous à leur caſſure le cordon; mais que plus avant, ils n'étoient ni gris ni grainés: leur tiſſure & leur couleur y étoient preſque les mêmes que lorſqu'ils avoient été mis au feu; à peine étoient-ils piqués de quelques grains gris.

Je ſçavois que cette ſingularité ne pouvoit être attribuée à la mine de plomb, comme mine de plomb. Car pendant que les fers avoient ſoutenu ſi inutilement l'action du feu du fourneau, j'avois expoſé au feu de forge de la fonte épaiſſe renfermée dans un creuſet où elle étoit enveloppée de mine de plomb; cette fonte y avoit été adoucie dans moins de trois quarts d'heure, au point de ſe laiſſer très-aiſément limer & percer; mais comme le feu n'avoit pas duré aſſez, elle n'avoit pas pris de cordon de fer; de la fonte qui avoit ſouffert le feu pendant 53 heures, avoit un cordon de fer à ſa ſurface, & n'étoit point adoucie intérieurement; celle qui n'avoit ſouffert le feu que trois quarts d'heure, étoit adoucie à fond, & n'avoit point encore de cordon de fer.

Ces expériences ainſi comparées, me parurent démontrer qu'il ne falloit chercher le vrai dénouement de ces variétés, que dans la différente activité du feu qui avoit été employé. La crainte de faire fondre les ouvrages de fer mis dans le fourneau de réverbere, m'avoit empêché de rendre ce feu auſſi violent qu'il eût dû l'être; les ouvrages n'y étoient pas devenus blancs; ils avoient peu paſſé la couleur de ceriſe: il n'en avoit pas été de même de la fonte qui avoit été miſe dans le creuſet expoſé au feu de forge. Voilà donc comme je raiſonnai alors, & comme nous devons raiſonner à préſent, pour rendre raiſon de tous ces phénomenes. Si on chauffe un morceau de fer, & qu'on ne lui donne pas tout le dégré de chaleur qu'on peut lui donner, ce fer ſera plus chaud auprès de ſa ſurface que vers l'intérieur; c'eſt par la ſurface que la chaleur commence. Une piece de fer très-épaiſſe pourroit être rendue rouge à ſa ſurface, pendant que l'intérieur de la même piece ſeroit encore tout noir. Cela étant, ſi un ouvrage de notre métal, enduit comme il le doit être pour être adouci, n'eſt échauffé que juſqu'à un certain dégré, ce dégré pourra être tel près de la ſurface,

qu'il soit suffisant pour y adoucir la fonte, c'est-à-dire, pour lui enlever les soufres & les sels auxquels elle doit sa dureté, mais les lui enlever lentement & peu à peu. Plus avant, où la chaleur a moins de force, elle ne pourra rien, ou pourra peu. Continuons ce dégré de chaleur : les progrès de l'adoucissement ne seront que pour ce qui est près de la surface ; là le fer perdra de sa blancheur, il deviendra piqué de points gris, ces points se multiplieront, le fer aura une couche grainée, & successivement cette couche passera par les grainures différentes, & arrivera au cordon de fer forgé; une plus longue durée de feu ôtera à ce cordon de ses soufres, & s'il lui en ôte jusqu'à un certain point, il le desséchera trop, les parties du fer ne seront plus assez liées ensemble : la premiere couche trop desséchée se brûlera, & ne deviendra plus qu'une écaille, un fer noir, cassant, nullement ductile, qui ne tiendra plus à la couche suivante. Tout ce que fera un pareil feu continu, ce sera de former de nouvelles écailles à mesure que l'adoucissement pénétrera un peu plus dans l'intérieur. Des fers qui auront soutenu le feu pendant plus d'heures, étant cassés, ne laisseront pas voir sur leur cassure des couches adoucies plus épaisses; mais ils auront de plus épaisses écailles. C'est précisément ce qui s'étoit passé dans les deux fournées dont j'ai parlé. Les morceaux de fonte tirés du feu, après 7 à 8 heures, étant refroidis & cassés, faisoient voir sur leur cassure des couches adoucies, aussi épaisses que les morceaux de fer retirés du feu après 53 heures ; le feu n'avoit donc été employé pendant la plus considérable partie du temps, qu'à former ces écailles.

Donnons à présent un feu plus violent à d'autres pieces enduites comme les premieres. Echauffons autant & plus le centre de celles-ci, que nous n'avons échauffé la surface des autres. Alors nous mettrons les soufres du centre en état de partir; continuellement ils seront enlevés. Lorsqu'une piece aura pris à sa surface un cordon de fer forgé, nous n'aurons pas à craindre qu'elle s'écaille, parce que les soufres qui s'échappent de l'intérieur, abreuvent continuellement ce cordon de fer ; ils lui rendent ce que le feu lui fait perdre.

Nous avons averti ailleurs que l'adoucissement est d'autant plus prompt que la chaleur est plus considérable. Mais pour les ouvrages enduits, ce n'est pas assez de regarder le grand dégré de chaleur comme plus avantageux, il devient nécessaire.

De-là, il suit que l'attention essentielle à avoir pour adoucir des ouvrages recouverts d'un enduit, c'est de les chauffer considérablement ; nous avons déja fait remarquer que cet enduit ne peut jamais être fait d'une composition qui contienne beaucoup de matiere huileuse : par conséquent la surface du fer s'écaillera si elle n'est humectée par ce qui s'en échappe de l'intérieur de ce fer même.

Le grand avantage de cette façon de l'adoucir, est aussi la facilité de l'échauffer promptement. Qu'on ne soit point inquiet de ce que le fourneau de réverbere dont nous avons parlé, n'a pas produit assez d'effet ; on lui en substituera aisément qui donneront toute la chaleur nécessaire, & où l'adoucissement sera aussi prompt qu'on le peut souhaiter.

Pour travailler en grand selon notre premiere façon d'adoucir, on renferme les ouvrages dans des caisses où il est long de les amener à un dégré de chaleur considérable, sur-tout ceux qui en occupent le milieu & qui ont de l'épaisseur. Pourquoi, demandera-t-on, ces ouvrages si lentement échauffés ne s'écailleront-ils pas ? Ils s'écailleroient aussi s'ils n'étoient entourés que de poudre d'os ; & nous avons trouvé que pour arrêter la production des écailles, il étoit nécessaire d'y joindre la poussiere de charbon ; que celle-ci empêche la surface du fer d'être trop promptement desséchée, qu'elle lui redonne de la matiere huileuse. Nous avons alors assez expliqué à quoi servoit cette poudre ; mais nous voyons de plus à présent jusqu'à quel temps elle doit être d'usage ; qu'elle ne l'est que jusqu'à ce que le centre d'une piece ait été suffisamment échauffé pour s'adoucir ; si dans cet instant on pouvoit séparer tout le charbon qui a été mêlé avec les os, les os seuls ne feroient plus écailler le fer. Nous verrons pourtant dans la suite qu'il y a un temps où la poudre de charbon deviendroit nécessaire : elle l'est au commencement & à la fin de l'opération.

Ce n'est qu'à mesure que les faits différents se multiplient, qu'on peut multiplier les explications sûres. Il m'étoit arrivé plusieurs fois d'adoucir du fer fondu dans de petits creusets pleins de seule poudre d'os, sans qu'il s'y fût écaillé ; j'avois cru que quelque circonstance particuliere, difficile à démêler, avoit empêché les écailles de paroître. Cette circonstance est que les petits creusets avoient été mis au feu de forge ; le centre du fer y étoit devenu chaud au point de s'adoucir avant que les écailles eussent le temps de se former sur sa surface.

Nous avons répété, & même de reste, que les ouvrages recouverts d'un simple enduit, peuvent être échauffés vîte, & à quel point on le veut. En continuant des essais sur cette maniere d'adoucir, & toujours avec la mine de plomb, je ne pus voir, sans surprise, combien la durée de l'opération se trouvoit abrégée ; la mine de plomb, que je croyois au moins entrer de part dans ce grand effet,

effet, me paroiſſoit une matiere merveilleuſe. Je voulus eſſayer en quelle qualité elle étoit néceſſaire, proportionnellement à l'épaiſſeur du fer ; je mis, par degrés, des enduits moins épais ſur les fers que je voulois adoucir ; quelque minces que fuſſent ces enduits, l'adouciſſement n'en fut ni moins parfait, ni moins prompt. Enfin, je rendis l'enduit auſſi mince qu'il le pouvoit être ; je me contentai de frotter du fer avec un morceau de cette mine, comme on en frotte divers ouvrages de fer, qu'on veut faire paroître de couleur ardoiſée. Avec cet enduit, le plus léger de tous ceux qu'on pouvoit donner, l'adouciſſemeot ſe fit auſſi bien & auſſi vîte qu'il s'étoit toujours fait.

Pour lors l'effet de la mine de plomb me parut trop admirable ; je commençai même à douter s'il devoit être admiré : ſi je ne faiſois point honneur à cette matiere, de ce qui étoit uniquement l'ouvrage du feu. J'expoſai donc au feu des ouvrages de fer fondu, ſans être aucunement recouverts. Je leur fis prendre un degré de chaleur égal à celui qu'avoient pris ceux qui avoient été enduits ; la réuſſite fut la même, au moins par rapport à l'adouciſſement : ils ſortirent du feu auſſi aiſés à limer, & auſſi aiſés à percer que les autres.

C'eſt donc préciſément ou au moins principalement le feu, qui adoucit le fer fondu ; & c'eſt la force du degré de feu, qui rend le ſuccès de l'opération plus prompt, & qui peut le rendre prompt à un point ſurprenant : un morceau de certaines fontes épais de plus d'un pouce, peut être rendu limable en moins d'un quart-d'heure, ſi on emploie une chaleur aſſez violente.

Voilà bien du chemin fait pour arriver au ſimple & au très-ſimple, pour arriver où nos premiers pas devoient, ce ſemble, nous conduire ; les détours nous ſont ſi naturels, qu'il n'y auroit pas de quoi s'étonner que j'en euſſe tant pris ; le ſimple nous fuit, ou peut-être plutôt le fuyons-nous ; nous portons plus volontiers nos regards au loin qu'autour de nous : mais notre phénomene n'étoit pas réellement auſſi ſimple à découvrir qu'il l'eſt en apparence ; trop de faits concouroient à le cacher. Le feu ſeul ſuffit pour ôter à la fonte de fer toute ſa dureté ; quelle difficulté pouvoit-il y avoir à en faire l'épreuve ? C'eſt qu'il n'y a que certains degrés d'action du feu qui produiſent cet effet. Qu'on ne faſſe prendre au fer fondu, immédiatement expoſé au feu, qu'environ la nuance de couleur de ceriſe ; on aura beau continuer la durée de ce degré de chaleur, on n'adoucira jamais le fer ; tout au plus diminuera-t-on ſon volume, par les écailles qui s'en détacheront. Nous avons dit ailleurs (dans la *premiere Edition*) que l'action immédiate du feu ne ſuffiſoit pas pour rendre doux le fer fondu. Nous devions dire ſimplement, qu'une certaine action du feu ne ſuffiſoit pas. Les contre-cœurs des cheminées des plus groſſieres cuiſines, qui, après avoir reſté pluſieurs années en place, ont conſervé toute leur dureté, prouvoient le peu d'efficace d'un certain degré de chaleur, & rien de plus.

La premiere fois que je ſongeai à donner quelque adouciſſement à notre métal, j'y fus déterminé par une lettre d'un homme d'eſprit, que ſon emploi obligeoit d'être ſouvent dans les forges. Il avoit fait couler de beaux vaſes de fer qui lui étoient inutiles, par l'impoſſibilité où il ſe trouvoit de les faire réparer ; il me conſulta ſur ce qu'il pourroit tenter pour les rendre traitables : l'idée qui me vint, fut de lui propoſer de les faire recuire immédiatement dans le charbon allumé. Avant d'expoſer ſes vaſes au feu, il crut ſagement devoir commencer par une épreuve, ſur des morceaux de fonte de la même qualité que celle des vaſes. Il m'écrivit dans la ſuite, qu'il en avoit fait l'expérience ſans ſuccès ; ſans doute qu'il n'avoit pas donné tout le degré de feu que cette fonte exigeoit : alors peu inſtruit de notre nouvel Art, je n'inſiſtai nullement ſur la néceſſité de cette circonſtance.

Mais l'expérience des contre-cœurs de cheminées, & celle que je viens de citer, ſuffiſoient-elles pour nous arrêter ? Quoi de plus vraiſemblable & de plus naturel, que de penſer qu'un degré de feu plus violent pourra ce que ne peut un plus foible. Le fer réduit en barres, le fer le plus flexible a été autrefois fonte, & n'eſt devenu ſouple qu'à l'aide d'une opération où la force du feu ſemble tout faire. Mais pour adoucir des ouvrages de fer fondu, on n'a garde de les réduire à conſiſtance de pâte, & de les paitrir ; on fait l'un & l'autre, pour rendre la fonte propre à devenir du fer en barre. L'exemple pris de cette fonte ne prouve donc pas ſuffiſamment qu'on puiſſe adoucir des ouvrages de fer fondu, par la ſeule action du feu, en leur conſervant leur figure. Mais en finiſſant la premiere Partie, nous avons rapporté une expérience qui ſembloit prouver, ſans réplique, qu'on ne doit pas attendre d'adouciſſement de l'action immédiate du feu, quoique violente ; que cette action même peut rendurcir de la fonte déja adoucie ; je veux parler de celle qui nous a appris, que les plaques de fonte dont nous formons les caiſſes de nos fourneaux de recuit, avoient une ſurface qui s'adouciſſoit, pendant que l'autre conſervoit ſa dureté. Celle contre laquelle la compoſition étoit appliquée devenoit douce, pendant que celle qui étoit touchée immédiatement par un feu, & un feu quelquefois aſſez violent pour les fondre, reſtoit dure ;

& ce qui est plus encore, la surface adoucie reprenoit sa premiere dureté dans un autre recuit, lorsqu'avant de le faire, la plaque avoit été retournée.

Enfin, on ne réduit guere de fonte en fusion dans un creuset, sans voir un effet qui semble prouver contre l'efficace du grand degré du feu, par rapport à l'adoucissement; quoique cette fonte ait été mise dans le creuset douce & limable, ordinairement dès qu'elle a été refondue, on la trouve excessivement dure, en entier ou en partie, soit qu'on l'ait coulée à terre, soit qu'on l'ait retirée du creuset avec une cuiller rougie.

Nous avons vû d'abord, qu'un degré de chaleur médiocre laisse à la fonte toute sa dureté. Nous venons de voir actuellement, que des degrés de chaleur violens & les plus violens, paroissent donner de la dureté à la fonte la plus douce. Qu'y a-t-il de plus singulier, que certains degrés de chaleur, moyens entre les précédents, soient cependant propres à adoucir cette même fonte, & à l'adoucir très-promptement? Que ces phénomenes nous apprennent au moins, combien il est dangereux de tirer des conséquences trop générales des expériences, & qu'on ne doit rien en conclure que pour des cas parfaitement semblables à ceux qu'on a éprouvés.

Il y a donc une maniere d'adoucir le fer, qui ne demande précisément aucun appareil: c'est de l'exposer immédiatement à un feu qui lui donne un degré de chaleur considérable. Au reste, quoique nous ayons vû qu'un trop grand degré de chaleur peut produire un effet contraire à celui qu'on veut, on ne doit pas être inquiet sur la difficulté de saisir précisément les degrés convenables: l'étendue des termes entre lesquels ils se trouvent compris, est grande.

On a peut-être déja conclu, que cet expédient si simple nous débarrasse de ces enduits qui ont été le but de nos recherches au commencement de ce Mémoire, & des recuits de la premiere Partie. Pourquoi enduire la fonte, si elle peut être adoucie étant simplement exposée au feu? Le vrai est pourtant, qu'il n'est que certains ouvrages que l'on pourra se dispenser de recouvrir de composition. Exposés nuds à l'ardeur du feu, ils courront toujours risque de s'écailler: au lieu que bien enduits, ils ne s'écailleront pas. Il s'y formera d'autant plus d'écailles, qu'on voudra les adoucir davantage; si on ne se propose que de les rendre limables, si on ne se soucie point qu'ils aient auprès de leur surface un grain de fer ou d'acier, on pourra les adoucir sans aucune préparation. Une circonstance pourtant sera encore nécessaire, c'est qu'ils ne soient pas extrêmement plus épais en certains endroits que dans d'autres, sans quoi les endroits minces seroient en risque de s'écailler, avant que les endroits épais fussent suffisamment doux.

Mais il est toujours certain, qu'on pourra se dispenser d'enduire les ouvrages unis & massifs. Les marmites mêmes qui seroient sorties trop épaisses du moule, tireront un avantage des écailles; elles en deviendront plus minces. Au contraire, tous les ouvrages qui veulent être adoucis à fond, & qui ont des ornemens qui méritent d'être conservés, exigeront des enduits.

On a pensé avant moi, que la seule action du feu pouvoit être capable d'ôter à la fonte sa dureté: mais je ne sçais si on a reconnu quel degré de chaleur étoit nécessaire pour produire cet effet. On a fait recuire à Conches en Normandie, & à S. Gervais en Dauphiné, des canons de fer. Ce qu'on m'a rapporté de la façon dont on s'y prenoit pour les chauffer, me fait croire que le feu qu'on y employoit, pouvoit à peine faire quelque impression d'adoucissement sur la surface de ces massives pieces. L'idée qu'on avoit eue de recuire la fonte, étoit probablement venue de ce qu'on avoit vû pratiquer pour ôter la dureté à l'acier trempé. Mais il y a bien loin du degré de chaleur nécessaire dans l'un & dans l'autre cas; encore doutéje si les canons eussent été détrempés jusqu'au centre par le recuit qu'on leur donnoit, s'ils eussent été d'acier bien trempé.

Les ouvrages de fer fondu recouverts d'un enduit de nature à résister au feu, ne sont point exposés à s'écailler, lors même que leur premiere couche est parvenue à l'état de fer forgé, pourvû qu'ils soient pénétrés d'une chaleur assez violente: des soufres tirés continuellement des couches intérieures, sont conduits à la couche extérieure, quand ils la quittent; quand ils cessent de la pénétrer intimement, ils humectent encore sa surface. L'enduit fait la fonction d'un chapiteau d'alambic, contre lequel la vapeur huileuse se rassemble. Otez ce chapiteau, brisez l'enduit; aussi-tôt la vapeur s'évaporera: le feu, dont elle est la pâture, l'aura bien-tôt absorbée.

Aussi est-ce une regle générale, qu'à même degré de feu, que pendant même durée de temps, tout fer, tout acier chauffé dans un endroit clos, n'écaillera pas en comparaison de celui qui est chauffé dans un endroit où la circulation de l'air & des vapeurs, est plus libre; que l'on chauffe le fer sur les charbons ou dans un creuset ouvert, & qu'on le chauffe dans un creuset bien luté, on verra toujours cette différence: le fer du creuset luté s'écaillera bien plus lentement. Les soufres ne s'évaporent point de dedans ce creuset, comme ils s'évaporent de celui qui est ouvert. Il en est sans doute de ces soufres, comme de ceux de la poudre de

charbon, qui restent dans les creusets bien bouchés sans se brûler.

Le fer forgé a moins de soufre que l'acier, & s'écaille plus aisément, chauffé au même degré de feu, & pendant le même temps; l'acier qui a moins de soufre, que la fonte non adoucie, s'écaille plus promptement que la fonte. Les contre-cœurs de cheminées durent pendant des siécles, & des barresde fer ou d'acier exposées à une action du feu un peu continue, sont bien-tôt détruites entiérement par les écailles qui s'en détachent. Toutes les fois qu'on forge les barres, soit de fer, soit d'acier, il s'en enleve sous le marteau des écailles, quoiqu'elles n'aient pris que la couleur de cerise.

La fonte la plus dure, la plus rebelle à la lime & au foret, devient très-vîte en état de céder à l'un & à l'autre outil, si elle est exposée à un feu ardent, soit immédiatement, soit recouverte d'un léger enduit : bien-tôt elle passe par tous les ordres de grainure grise. Mais si on veut pousser l'adoucissement plus loin, si on veut lui faire prendre le grain du fer forgé, c'est-à-dire, des lames, alors les progrès de l'adoucissement ne sont plus si rapides. Tel morceau aura été rendu aisé à limer, & à percer dans une heure, qui, avec cinq à six heures de plus du même feu, aura peine à prendre le grain du fer forgé. Plus la fonte est chargée de soufres & de sels, plus il est aisé de lui en enlever une quantité égale dans le même temps. Quand on commence à l'exposer au feu, elle est presque noyée dans ces matieres. Mais quand elle en a perdu une certaine quantité, outre qu'elle a moins de quoi fournir à l'évaporation, les sels & soufres qui restent sont plus difficiles à détacher ; ce sont ceux qui lui sont le plus intimement liés. Nous aurons occasion ailleurs d'examiner quels moyens peuvent faciliter le dégagement de ce qui reste de sels ou de soufres trop tenaces; il y a encore une raison simple, de ce que les premiers progrès de l'adoucissement sont si prompts : mais elle ne peut être bien entendue que dans la troisieme Partie. Nous nous sommes bornés dans ce Mémoire, à faire voir que l'action du feu pouvoit seule produire l'adoucissement de la fonte, & très-promptement : mais que ce seroit trop, que d'en conclure qu'elle peut produire le plus parfait adoucissement. Nous avons même vû, que cette façon d'adoucir n'est bonne, que pour quelques especes d'ouvrages grossiers ; que les ouvrages enduits sont mieux défendus contre les écailles. Comme cette derniere façon d'adoucir les ouvrages, aura même de grandes utilités pour la pratique de notre Art, le Mémoire suivant est uniquement destiné à traiter de ce qui a rapport à la maniere de faire les meilleurs enduits, & aux meilleures manieres de les appliquer.

Fin du premier Mémoire.





SECOND MEMOIRE.

Des différentes ſortes d'enduits qu'on peut donner aux ouvrages de fer fondu, & de la maniere de les donner.

Un ouvrage de fer bien enduit, eſt renfermé dans une eſpece de creuſet, dont les parois ſont très-minces, & exactement moulées ſur cet ouvrage. Nous avons remarqué qu'il ne ſuffit pas, à cette ſorte de creuſet, comme il ſuffit aux autres, de bien réſiſter au feu; il faut encore que ce ſoit ſans diminuer ou ſans augmenter plus de volume, que le fer qu'il renferme; autrement, il s'y fera des fentes, des gerçures, qui permettront au feu d'attaquer le métal, de le faire écailler.

Les gerçures ſont d'autant plus à craindre, qu'elles ſont plus grandes; mais les petites mêmes ſont dangereuſes, ne laiſſaſſent-elles le fer à découvert que de la dixieme partie d'une ligne. Un défaut qui auroit ſur l'ouvrage ſi peu d'étendue, ſeroit à négliger: mais cette petite fente produiroit par la ſuite, des défauts plus conſidérables. Le fer ne s'écaille pas ſeulement à l'endroit découvert; il commence à s'écailler par-là; l'écaille enſuite gagne inſenſiblement plus loin; le feu continué la peut faire aller très-avant. La fente de l'enduit eſt une eſpece de cheminée, par laquelle les ſoufres des parties voiſines s'élevent avec trop de facilité; il ſe fait donc une écaille qui occupe bien plus d'eſpace, que l'ouverture qui y a donné lieu: deſſous cette premiere écaille, il s'en produit une ſeconde. Mais ce n'eſt pas ſeulement en épaiſſeur qu'elles ſe multiplient: celle qui eſt formée, occaſionne la naiſſance de quantité d'autres; tantôt c'eſt qu'étant un fer brûlé, elle occupe moins de volume, par conſéquent, elle permet au feu de s'inſinuer plus avant ſous l'enduit; tantôt au contraire, & c'eſt même le cas le plus commun, cette écaille ſe gonfle, elle prend plus de volume que n'en avoit le fer dont elle eſt faite; en ſe gonflant, elle briſe l'enduit en d'autres endroits, ou au moins augmente les ouvertures déja faites. Ce phénomene eſt remarquable, & n'eſt pas auſſi facile à expliquer que le premier; car les écailles s'éloignent conſidérablement de la maſſe de fer, dont elles étoient ci-devant des parties; quand on tire cette maſſe du feu, elle paroît beaucoup plus groſſe, que quand elle y a été miſe: que tout fer brûlé forme des écailles, une maſſe dure, caſſante, non forgeable, une eſpece de demi-vitrification, cela eſt aiſé à imaginer; il n'en eſt pas de même de l'écartement où ſe trouvent ces écailles. On ne peut l'attribuer qu'à des bouillonnements, qui ſe ſont faits à la ſurface du fer; les ſoufres ne s'en échappent pas toujours auſſi paiſiblement qu'on pourroit ſe l'imaginer; prêts d'abandonner le fer, ils ſe raréfient beaucoup; ils produiront des effets pareils à ceux que produiſent l'eau ou l'air, qui tendent à ſortir d'un maron, qui, s'échappant avec impétuoſité, en rompent la coque; nous avons vû quelque choſe de pareil dans le fer, qui eſt converti en acier: nous avons parlé ailleurs des bulles conſidérables qui ſe forment ſur ſa ſurface, & qui la rendent raboteuſe.

Ajoutons encore une remarque, à ce que nous avons dit des écailles; celles qui ſe forment ſur le fer expoſé au feu immédiat, ou ſur le fer mal recouvert par les enduits, ſont bien moins mauvaiſes que celles qui ſe forment ſur le fer renfermé dans des creuſets avec les os; elles ſont auſſi de deux eſpeces différentes; celles de la premiere, ſont des lames minces poſées par étage les unes ſur les autres; celles de la ſeconde eſpece ne ſont qu'une ſeule écaille compacte, qui a l'épaiſſeur de pluſieurs réunies. Cette derniere écaille tient quelquefois ſi obſtinément au fer, que les coups de marteau ont peine à l'en détacher, & les autres en ſont ſéparées par des coups légers. La différente activité du feu qui a formé les unes & les autres, eſt la cauſe de leur différence; où les ſoufres s'échappent plus doucement & plus imperceptiblement, l'écaille eſt graduée inſenſiblement & par degrés, dont le dernier eſt preſque fer; il n'eſt donc pas étonnant, que la partie la plus intérieure de cette écaille, ſoit bien attachée au fer même; la cauſe de la liaiſon des autres couches les unes aux autres, eſt la même; voilà auſſi pourquoi il ne ſe fait ordinairement qu'une ſeule écaille, mais épaiſſe ſur le fer chauffé au milieu des poudres d'os, ou des compoſitions dont le charbon a été brûlé; au lieu que ces écailles ſont minces par étages les unes ſur les autres, & ſouvent très-écartées les unes des autres, lorſqu'elles ont été produites ſur le fer mal induit ou ſur le fer chauffé immédiatement. L'action du feu plus puiſſante

puissante dans ces deux derniers cas, a produit des dilatations plus subites dans les soufres; & la couche qui a commencé à brûler, a toujours brûlé vîte & entiérement.

Quelle que soit au reste la cause de la formation de ces différentes écailles, ce qui nous importe à présent, est de les empêcher de se former, & pour cela d'empêcher que la flamme ne puisse toucher immédiatement notre fer. De toutes les matieres dont j'ai essayé de faire des enduits propres à produire ce dernier effet, il n'en est point qui m'ait mieux réussi que la mine de plomb; j'ai pourtant tenté différents mélanges, soit pour épargner cette matiere, soit pour l'employer plus commodément; je vais les rapporter, afin qu'on sçache ceux qui m'ont paru les meilleurs, & que s'il vient dans l'idée de se servir de quelques autres enduits auxquels je n'aie pas pensé, on puisse prévoir s'ils méritent d'être essayés.

1°. Au lieu d'employer la mine de plomb seule, je l'ai mêlée avec de la farine, afin d'en faire une pâte qui eût plus de corps, qui s'attachât au fer plus promptement & plus fortement.

2°. Pour la même vûe, au lieu de délayer la mine de plomb avec de l'eau, je l'ai détrempée avec une eau très-chargée de colle-forte.

Dans l'une & dans l'autre expérience, la mine s'est un peu mieux attachée sur le champ, qu'elle n'eût fait si elle eût été simplement détrempée avec l'eau; mais le petit avantage qui revient de-là, est peut-être plus que balancé par un inconvénient : l'enduit alors ne résiste pas au feu si parfaitement.

3°. Pour remplir encore les vûes des deux expériences précédentes, & en même-temps pour épargner la mine de plomb, je l'ai mêlée, en proportions différentes, avec de la terre à creuset de diverses especes; comme sont la glaise ordinaire, la terre à pots de verrerie, & d'autres terres qui soutiennent le feu sans se fondre, ou qui ne se fondent qu'à un dégré de feu très-violent. Dans quelques-uns de ces mélanges, j'ai mis trois parties de terre, & une de mine de plomb; dans d'autres, deux parties de terre, & une de mine de plomb; dans d'autres, parties égales de mine de plomb & de terre; dans d'autres essais, j'ai fait dominer la mine de plomb, comme j'avois fait dominer la terre dans la plûpart des essais précédents; c'est-à-dire, que j'ai tantôt employé deux parties de mine, tantôt trois parties, tantôt quatre parties, tantôt cinq, & une de terre. Il n'est aucun de ces essais, qui n'aient donné des enduits, dont on peut se servir: mais plus on y fait entrer de terre, & plus ils demandent à être séchés lentement, & séchés à fond; & plus ils craignent la grande chaleur. Quand pourtant on ne mettra qu'un quart, ou qu'un cinquieme, ou un sixieme de bonne terre, loin qu'elle fasse du mal, elle donnera à la mine de plomb une consistance qui sera avantageuse à l'enduit. Le défaut de l'enduit qui est de seule mine de plomb, est de moins résister aux frottements, tels que ceux de charbons contre les pieces, ou des pieces les unes contre les autres : au moyen de la terre, un enduit prend plus de consistance, & résiste mieux à ces frottements.

4°. Puisque toute matiere qui ne se retire point au feu, est, par cela même, propre à faire des enduits; le sable, le pur sable, seroit en état de produire l'effet que nous cherchons, s'il ne lui manquoit de prendre la liaison d'une pâte. Ses grains, quoique mouillés, ne font point une masse continue; la grosseur de ces mêmes grains en est la cause. La ténacité de l'eau n'est pas suffisante, pour tenir de si gros grains joints ensemble; de la colle-forte réuniroit mal des blocs de pierre, & tiendroit des graviers bien liés. J'ai fait piler du sable extrêmement fin; jai fait piler de même du caillou. De ces matieres fines détrempées avec de l'eau, j'ai composé des pâtes dont j'ai enduit divers ouvrages de fer fondu; elles ont séché sans se fendre, elles ont pris toute la consistance nécessaire. Cet enduit a bien résisté au feu, & a bien défendu les ouvrages; il peut être employé dans les endroits où la mine de plomb manquera, & où elle sera chere.

Il y a pourtant une remarque à faire, qui donne encore l'avantage à l'enduit de mine de plomb sur ceux de nos poudres de sable & de caillou. Ces derniers ne se raccourcissent pas plus que l'autre; ils sont aussi difficiles à fondre qu'il en est besoin : mais le feu lie trop fortement leurs parties. Je n'eusse pas cru qu'il pût y avoir en cela du trop, si l'expérience ne me l'eût fait voir Concevons que nos grains de sable sont réunis, qu'ils font corps comme les parois d'un creuset; alors ils défendent bien le fer : mais que le fer qu'ils couvrent vienne à se courber, ce fer acquerra du côté convexe, une surface plus grande que celle qu'il a du côté concave; l'enduit, dont les grains seront bien liés, se brisera du côté convexe; il s'y fera quelque part une fente d'une largeur proportionnelle à l'augmentation qu'aura acquise la surface du fer qu'il couvroit. Cette fente ne seroit pas considérable, & seroit un petit mal : mais la liaison des grains entr'eux en produit un plus grand; elle est cause que l'enduit qu'ils forment peut se soutenir seul; il ne suit pas le fer pendant qu'il se plie : de sorte qu'entre cet enduit & le fer, il reste un vuide où la flamme s'introduit, & produit des écailles sur la surface du fer, qui, par la suite, soulevent l'enduit de plus en plus, &

enfin le font tomber. Les parties de la mine de plomb, au contraire, ne se lient point ensemble tant que la chaleur n'est pas excessive; elles ne se soutiennent point les unes les autres; elles n'ont d'autre appui que le fer même: quelque inflexion qu'il prenne, elles la suivent; leur liaison n'est que telle qu'il faut pour les faire tenir les unes contre les autres, & trop foible pour résister à une force légere qui tend à les faire glisser: d'ailleurs elles glissent aisément les unes sur les autres, parce qu'elles sont plates, qu'elles sont chacune de petites lames.

5°. Le talc est une matiere rare en quelques pays, très-commune dans d'autres; dans ceux-ci on pourra s'en servir avec succès, comme de la mine de plomb, après l'avoir fait réduire en poudre; cette poudre aura toutes les propriétés qu'on veut à nos enduits; que ceux qui ne connoissent pas assez ce minéral, ne le confondent pas avec le gypse qui a la transparence du talc, mais qui en differe parce qu'il est très-calcinable, & que le talc ne l'est point.

6°. J'ai essayé d'enduire avec de la craie; les enduits de cette matiere s'étendent aisément; comme ses parties n'ont pas beaucoup de liaison ensemble, elle paroît avoir la propriété qui nous a fait préférer la mine de plomb, aux poudres de sable & de caillou: mais elle l'a, cette propriété, à un trop haut dégré; elle l'a même d'autant plus qu'elle est restée plus long-temps au feu; elle s'y calcine; la calcination divise & subdivise ses grains à un tel point qu'ils n'ont plus assez de liaison ensemble; alors une infinité d'accidents peuvent la faire tomber: des bouillonnements y suffisent.

7°. La chaux que j'ai aussi employée, a les mêmes défauts que la craie, puisque la craie n'a ces défauts que parce qu'elle devient chaux. J'ai voulu mêler de la chaux non éteinte avec la mine de plomb: l'enduit est tombé en poudre en séchant; il n'a eu nul corps.

8°. Je n'avois garde d'oublier la poudre d'os; je m'en étois trop bien trouvé ailleurs. Dès qu'on lui donne assez de liaison pour en composer des coupelles, il n'y avoit nul doute qu'on pût la rendre propre à bien tenir sur le fer. Je l'ai fait réduire en poudre extrêmement fine: elle a, comme la mine de plomb & le sable, la propriété de ne se point raccourcir en séchant; mais elle a le défaut des sables de n'avoir pas de grains bien propres à glisser les uns sur les autres. D'ailleurs, dans les épreuves que j'ai faites, elle m'a paru faire écailler le fer, lors même qu'elle le recouvre bien. Elle se saisit trop des matieres huileuses qui viennent à sa surface. J'ai tenté si la poudre d'os mêlée en parties égales avec la mine de plomb ne réussiroit pas mieux. L'enduit qui en a été fait, ne m'a pas paru tenir assez bien sur le fer.

9°. J'ai mêlé avec de la mine de plomb; de la poudre de caillou, ou de la poudre de sable: ces deux poudres étoient très-fines; elles avoient été passées à l'eau. L'enduit qui en a été composé, s'est fort bien soutenu.

10°. Au mélange précédent j'ai ajouté une demi-partie de verre en poudre; & cela afin que l'enduit eût du corps & de la flexibilité en même temps, lorsque le verre seroit ramolli par l'ardeur du feu; cet enduit a fort bien tenu. Si le verre qu'on emploie n'est pas assez fondant, on pourra faire entrer dans l'enduit un peu de sel de soude ou de borax; mais il n'en faudra que bien peu.

11°. A trois parties de mine de plomb, j'en ai ajouté une de poudre de verre. L'enduit qui en a été fait, ne m'a pas paru prendre assez de consistance; pour lui en donner assez, il auroit demandé qu'on y eût joint un peu de sel propre à faire fondre le verre.

12°. Dans un autre enduit, la craie & la mine de plomb ont été mêlées à parties égales: celui-ci s'est très-mal soutenu, & a été un des plus mauvais que j'aie essayé.

13°. J'ai mêlé du sable commun en parties égales avec la glaise, & pour donner du corps au mélange, j'ai fait bien paîtrir le tout avec de la bourre.

14°. Dans une autre épreuve, j'ai fait ajouter à la pâte ci-dessus, du verre en poudre. L'enduit a bien tenu dans l'un & dans l'autre cas. Mais il ne m'a pas paru assez exactement appliqué sur le fer; il s'est formé quelques écailles: peut-être qu'après que la bourre est brûlée, l'enduit reste trop spongieux, & laisse trop échapper les soufres.

15°. Les pots de grès pilés, donnent un ciment propre à faire de bons creusets, lorsqu'on en mêle suffisamment avec de la terre glaise. J'en ai mêlé beaucoup avec très-peu de cette terre: l'enduit qui en a été fait, a très-bien résisté au feu; mais il n'a pas cette flexibilité que nous avons vantée dans celui de mine de plomb. D'ailleurs, comme on ne peut donner de liaison à ce ciment sans employer beaucoup de terre, il faudroit faire sécher l'enduit très-lentement.

16°. Enfin, j'ai pris de ce sable gras dont on fait les luts ordinaires, de ce sable qui naturellement est mêlé avec une terre qui a de la consistance; j'en ai recouvert différents ouvrages. Cet enduit a très-bien tenu: il vaut les enduits les plus recherchés, tant qu'il ne s'agira que de grosses pieces peu en risque de se tourmenter, & de se plier au feu. Il défend bien les ouvrages; il les conserve sans écailles, même après qu'ils ont pris le cordon, & le grain de fer forgé.

Pour tous les ouvrages épais & massifs, il suffira donc de les couvrir de lut, comme

les Chymiſtes en couvrent différents vaſes avant de les mettre au feu. Le ſable dont on fera ce lut, ſera un ſable gras: que pourtant la terre n'y domine pas trop ; il ſeroit en riſque de ſe fendre : & qu'on ait de plus l'attention de faire parfaitement ſécher cet enduit avant de le mettre au feu.

Au lieu d'un enduit, on en donnera deux aux ouvrages, qui, à cauſe de leur épaiſſeur, doivent reſter du temps au feu. Le premier ne ſera que de poudre de charbon délayée avec de l'eau, ou quelque liqueur plus viſqueuſe; une eau de gomme, une colle claire peut être employée pour la délayer. Sur ce premier enduit, on appliquera le ſecond qui ſera fait d'une matiere capable de réſiſter au feu. Les ouvrages ainſi doublement enduits s'adouciront plus vîte que ceux des creuſets, & ne s'écailleront pas davantage.

Pour les ouvrages minces, pour tous ceux qui courent riſque de plier, lorſque la chaleur les aura ramollis, on choiſira quelqu'un des enduits dont nous avons parlé ci-devant. Nous en avons indiqué pluſieurs qui ſont excellents ; on emploiera par préférence ceux dont les matieres ſeront plus aiſées à trouver dans l'endroit où on aura fait ſon établiſſement.

Une regle générale, c'eſt de proportionner la force du lut au dégré du feu qu'on veut employer, c'eſt-à-dire, de compoſer un lut plus difficile à fondre, ſelon que les ouvrages doivent ſouffrir une plus longue & une plus violente chaleur. La mine de plomb peut en ſoutenir une aſſez conſidérable, & étant refroidie, paroître avec ſa premiere couleur noirâtre. Mais ſi le dégré de chaleur qui a agi ſur elle, a eu un certain dégré de force ; refroidie, elle eſt d'une couleur rougeâtre ſemblable à celle de certains pots de terre cuite. Plus les nuances que le feu lui a fait prendre ſont rouges, & plus l'enduit qu'elle forme eſt en riſque de tomber en écailles.

La mine de plomb produit un effet qui tient quelque choſe de celui de la poudre de charbon, & a l'avantage de réſiſter au feu ouvert ; ce ne ſeroit pas une mauvaiſe pratique que celle d'enduire légérement les pieces de mine de plomb, & de recouvrir ce premier enduit d'un lut d'une terre extrêmement ſablonneuſe.

Dans tout ce qui eſt de pratique, l'épargne du temps mérite grande attention ; rien de plus ſimple que d'enduire nos ouvrages de fer fondu. Cependant il y a deux manieres de le faire, dont l'une eſt bien plus expéditive que l'autre ; la premiere, qui, quoique commode, eſt la plus longue, c'eſt de préparer la pâte dont on veut faire l'enduit, de telle conſiſtance qu'on puiſſe la prendre & l'étendre avec un pinceau : en frottant ainſi une piece avec le pinceau, on lui donne une couche : on laiſſe ſécher cette premiere couche, ſur laquelle on en applique enſuite une ſeconde, & ſur celle-ci une troiſieme. On donnera plus ou moins de couches, ſelon l'épaiſſeur qu'on veut à l'enduit, & auſſi, ſuivant que la matiere de cet enduit étoit plus ou moins épaiſſe lorſqu'on l'a étendue. Mais la regle générale eſt toujours de ne laiſſer rien à découvert, de repaſſer ſur les endroits qu'on a touchés néceſſairement pendant qu'on enduiſoit l'ouvrage : il y en a certains à qui il ſera plus commode de ne donner d'abord qu'une demi-couche, c'eſt à-dire, qu'on n'étendra chaque couche que ſur une moitié de l'ouvrage ; on la laiſſera ſécher, avant de la continuer ſur le côté oppoſé à celui où elle a été miſe.

J'ai éprouvé une autre maniere d'enduire, incomparablement plus prompte que celle d'enduire au pinceau, ſur-tout lorſqu'il s'agira de pieces, ou petites, ou d'une groſſeur médiocre ; c'eſt de les plonger ſimplement dans la compoſition, d'appliquer l'enduit par immerſion, comme les Faïanciers appliquent l'émail ſur leurs terres. La matiere dont il doit être fait, n'aura alors que la conſiſtance d'une bouillie claire.

Le grand ſecret pour employer le temps des Ouvriers le plus avantageuſement qu'il eſt poſſible, eſt d'occuper, autant qu'on peut, les mêmes à faire les mêmes ouvrages, ſans les détourner pour d'autres d'une autre eſpece. De-là vient, par exemple, que nous avons des épingles à ſi bon marché. Selon ce principe, on attendra à donner les enduits juſqu'à ce que l'on ait aſſez d'ouvrages fondus pour en remplir le fourneau. L'endroit où on y travaillera, ſera une eſpece d'attelier particulier. Dans cet attelier, on aura un ou pluſieurs baquets remplis de la bouillie claire, dans laquelle les ouvrages doivent être trempés dans le même endroit il y aura différentes tables rangées tout autour des murs ; ſi celles-là même ne ſuffiſent pas, on en diſpoſera en allée. A meſure qu'une piece aura été plongée dans la bouillie, on la poſera ſur la table. Ce travail pourra occuper deux hommes ; l'un ſera chargé de remuer de temps en temps cette bouillie avec un bâton, afin que les grains ne ſe précipitent pas au fond ; le même trempera les ouvrages dans la bouillie ; il donnera auſſi-tôt la piece qui vient de recevoir une couche, au ſecond Ouvrier, pour la porter ſur les tables. Celui-ci, en prenant une piece, en donnera une autre à enduire, & ainſi de ſuite.

Le travail, conduit avec cet ordre, ira extrêmement vîte : quelque quantité d'ouvrages qu'on ait, bientôt on les aura tous fait paſſer par les baquets ; mais chaque piece aura à y paſſer plus d'une fois, & cela parce que à chaque fois elle ne prendra qu'une couche bien mince, ſi la compoſition eſt li-

quide, ce qui eſt le mieux. Il ſeroit inutile de donner une ſeconde couche avant que la premiere eût pris de la conſiſtance. On pourra cependant continuer le travail ſans interruption au moyen d'un expédient aſſez ſimple. C'eſt de diſpoſer des réchauds de feu ſous les tables, d'eſpace en eſpace, ou de diſpoſer ſous ces tables des eſpeces de grils qui ſoutiendront quelques charbons allumés. Le feu en fera plutôt ſon effet, ſi les deſſus des tables ſont minces: ils pourront être des plaques de fonte ; mais l'épaiſſeur de la tôle forte leur ſuffira. Ces plaques ſeront percées de quantité de trous, afin que la chaleur des réchauds parvienne plus aiſément juſques aux pieces. Cet attelier pourroit être une eſpece d'étuve ; cependant les Ouvriers travaillent toujours avec peine dans les étuves, & nos réchauds donneront une chaleur ſuffiſante. Quand les dernieres pieces auront reçu une couche, les premieres ſe trouveront aſſez ſéches pour en recevoir une ſeconde.

Qu'on ne me demande point que je détermine le nombre des couches néceſſaires; il dépendra de la conſiſtance de la bouillie. Je ne ſçaurois même déterminer l'épaiſſeur que doit avoir tout l'enduit;il convient qu'il en ait plus ou moins,ſelon la matiere dont on l'aura fait. Quelques remarques tiendront peut-être lieu de regles plus préciſes. Si l'enduit étoit extrêmement mince, il ne ſuffiroit pas : ſi on frotte ſimplement un ouvrage de fer avec de la mine de plomb, on lui donne le plus mince de tous les enduits ; mais auſſi on ne le met pas à l'abri des écailles. Une couche ſi mince ne ſçauroit tenir contre les plus petits bouillonnements qui arrivent à la ſurface du fer ; tout eſt capable de l'emporter. Si l'enduit eſt épais juſqu'à un certain point ; outre qu'il conſumera inutilement de la matiere, il ne ſera pas aſſez flexible pour ſuivre le fer quand il viendra à ſe plier ; cet enduit ſera plus aiſé à ſe caſſer. Si on emploie de la mine de plomb pure, les termes de l'épaiſſeur de l'enduit me paroiſſent devoir être entre une ligne & une demi-ligne. Plus d'épaiſſeur ſeroit ſuperflue ou nuiſible, & moins ne ſuffiroit pas.

L'enduit s'attachera ſans peine ſur tous les endroits plats ou creux ; mais il ne prendra pas toujours ſi bien ſur les angles, ſur-tout ſur ceux qui ſont à vives-arrêtes, & près des bords. Quand les ouvrages auront été trempés aſſez de fois pour avoir reçu un enduit d'épaiſſeur convenable, & quand cet enduit ſera ſec, on examinera s'il ne manque rien ſur les angles; s'ils ſont à découvert quelque part, on paſſera le pinceau ſur ces enduits, après l'avoir trempé dans une matiere plus épaiſſe que celle où l'on plonge les ouvrages.

Nous avons dit que les pieces qui n'auroient été que frottées à la main avec de la mine de plomb ſeche ne ſeroient pas en état de ſoutenir un long feu ſans s'écailler ; elles en ſoutiendront pourtant un plus long que ne feroient des pieces expoſées toutes nues : c'eſt un enduit très-mince ; mais c'eſt toujours un enduit. Auſſi voudrois-je qu'on commençât par le donner avant de plonger des pieces dans notre eſpece de bouillie, & ſur-tout avant de couvir celles qu'on couvre avec le pinceau.

Fin du ſecond Mémoire.



TROISIEME



TROISIEME MEMOIRE.

Différentes manieres dont on peut recuire & adoucir les ouvrages enduits : description d'un nouveau fourneau qui y est propre.

Au moyen de nos enduits, les ouvrages de fer fondu peuvent être adoucis par tout feu d'une activité suffisante ; qu'il soit de bois ou de charbon, il n'importe. La forme du fourneau n'importe aussi qu'autant qu'elle conserve ou augmente davantage la force du feu, & qu'autant qu'elle donne plus de commodité pour arranger les pieces.

Dans cette façon d'adoucir, on peut très-bien se servir du feu d'une forge ordinaire, pourvû que la grandeur des pieces permette de les y placer : si ces pieces sont épaisses, on peut les mettre au milieu même des charbons de la forge. Je suppose néanmoins que l'Ouvrier sera attentif à ne pas faire agir le soufflet trop vivement : il sera bon même que de temps en temps, il cesse de le tirer.

Si les ouvrages sont minces ou chargés d'ornements délicats, le risque de les fondre seroit encore plus grand ; ils demanderoient par conséquent encore plus d'attention ; & peut-être en demanderoient-ils au-delà de ce que le commun des Ouvriers est capable d'en avoir. Pour les adoucir à la forge, au lieu de les placer immédiatement au milieu des charbons, le plus sûr sera de les mettre dans un creuset, soit quarré, soit quarré-long, soit rond : en un mot, tel que leur grandeur & leur figure l'exigent. Ce creuset aura un couvercle ; on se dispensera de le luter ; il en sera plus commode à lever ; & c'est ce qu'on aura soin de faire de temps en temps, pour voir les pieces, & juger par leur couleur, s'il est à propos d'augmenter leur degré de chaleur ou de le diminuer.

Le feu de forge, ainsi ménagé, adoucira bien & vîte ; il peut suffire à un Ouvrier qui fondroit & répareroit lui-même ses ouvrages, & qui n'entreprendroit pas d'en adoucir, dont le volume surpassât celui des marteaux de porte cochere.

Le feu de la forge peut servir encore utilement pour des pieces, soit grandes, soit petites, qui, ayant été mises dans les recuits, ou qui ayant été adoucies par la méthode dont il sera parlé dans la troisieme Partie, sont cependant restées dures en quelques endroits d'une étendue peu considérable. On exposera ces endroits au feu de la forge à nud, s'ils n'ont point d'ornements qui méritent d'être ménagés, ou après les avoir induits s'ils ont des ornements délicats.

Addition à la 3e. Section.

Mais il conviendra dans une Manufacture en regle, qu'on ait des fourneaux pour adoucir des ouvrages enduits.

Ceux dont nous avons donné la construction dans le Mémoire IV. de la premiere Partie, & qui sont représentés dans *la Pl. IV.* pourroient y être employés ; ils produiront ici des effets plus prompts que ceux qu'ils produisent, par rapport aux opérations pour lesquelles nous les avons d'abord imaginés, & cela quoiqu'ils ne soient pas chauffés davantage. Les ouvrages enduits seroient simplement mis dans les caisses les uns sur les autres, au lieu que quand on les y veut adoucir sans les enduire, on remplit les vuides qu'ils laissent entr'eux avec la poudre composée : alors tout l'intérieur de chaque caisse est un massif à échauffer. Or, comme le poids des ouvrages & des poudres pris ensemble, est au poids des ouvrages seuls ; ainsi est le rapport de la masse que le feu a à échauffer dans le premier cas, à celui de la masse qu'il a à échauffer dans ce cas-ci : & cette différence est assez considérable, parce que les poudres, & sur-tout celle d'os, pesent beaucoup.

D'ailleurs, l'usage de ces fourneaux, pour nos radoucissements par enduits, ne demanderoit plus les sujétions qu'ils demandoient, pour adoucir avec les poudres, ou pour convertir le fer en acier. Les plaques bien ou mal lutées, les plaques fondues ou percées seroient ici toujours bonnes, pourvû qu'elles ne s'en allassent pas par morceaux, pourvû qu'elles pussent empêcher les ouvrages de tomber au milieu des charbons. A quoi même il n'y auroit d'autre inconvénient, que celui du dérangement qui pourroit en arriver à l'enduit : des grilles même y pourroient être mises à la place des plaques.

On pourroit ici, comme pour les autres opérations, chauffer ces fourneaux avec le bois ou avec le charbon ; mais le charbon produiroit un plus prompt adoucissement. Le cours libre de l'air suffira, si on ménage assez d'ouvertures pour lui donner de libres entrées.

Mais dès que les ouvrages seront enduits, les fourneaux dont nous venons de parler, quoique bons, ne doivent pas être regardés comme les plus avantageux, dont on puisse se servir : on peut en employer d'autres de

formes plus convenables. Les fourneaux de réverbere pareils à ceux où l'on chauffe les barres de fer, avant de les faire passer entre les rouleaux des applatisseries, ou les couteaux des fenderies, y pourroient être propres ; on y arrangeroit facilement une grande quantité d'ouvrages. Il faudroit pourtant les construire de façon qu'ils chauffassent plus violemment que ces fourneaux ne font pour l'ordinaire. Autrement, le fer ne s'y adouciroit que pour former des écailles, comme je l'ai éprouvé dans les fourneaux de réverbere, dont j'ai parlé ci-devant. Mais il n'est pas difficile d'en construire de ceux-ci, où les ouvrages deviendront blancs en peu de temps. On en pourroit faire de semblables à ceux des Ouvriers qui fondent le cuivre en grand, comme pour des canons, des cloches, &c.

Cependant j'emploierois volontiers des fourneaux pareils à un dont je n'ai encore fait usage qu'en petit, & dont je vais donner la description. Il me paroît rassembler à peu-près les avantages qu'on peut désirer; il doit être chauffé avec le charbon de bois, & par le seul cours de l'air libre. On en proportionnera la grandeur à la quantité d'ouvrages qu'on voudra adoucir à la fois; on en peut faire de fort petits & de très-grands sur les mêmes principes. On en variera la plûpart des dimensions à son gré; les petits pourront être faits par les Potiers, & des mêmes terres dont ils font d'autres fourneaux à l'usage des Orfévres : pour les grands, on les bâtira de brique.

Le fourneau sera isolé, de façon qu'un homme puisse tourner tout autour commodément. Sa partie inférieure sera un cendrier de profondeur assez arbitraire, ce qui ne l'est pas, c'est que les murs de ce cendrier soient percés de plusieurs trous, qui auront chacun leur registre : selon que ces registres seront plus ou moins tirés, l'air aura de plus ou de moins faciles entrées dans le cendrier. Le fond du fourneau sera immédiatement posé sur le cendrier; il peut être composé d'une ou de plusieurs plaques de fer fondu, percées de quantité de trous, par où l'air qui entre dans le cendrier montera continuellement dans le fourneau; ce fonds peut aussi être de plaques de terre cuite; ou si on le veut bien solide, il sera une voûte surbaissée, composée de briques, dans laquelle on ménagera les trous dont nous venons de parler; il est indifférent qu'ils soient ronds, quarrés, oblongs : mais ils ne doivent jamais être assez grands, pour laisser passer les charbons d'une médiocre grosseur.

La forme quarrée est celle qui me paroît le mieux convenir au corps du fourneau, qui s'élevera sur la base que nous venons d'établir : les angles néanmoins en pourroient être abattus ou remplis. On donnera de l'épaisseur à ses murs, selon qu'on aura envie de les rendre plus solides : plus le fourneau sera grand, & plus il leur conviendra d'en avoir.

Ce que sa construction a de plus particulier, ce qui lui est propre, c'est que son intérieur sera occupé par divers rangs de tablettes. Chacune des tablettes, dont nous parlons, sera soutenue par deux des faces opposées de ce fourneau, & sa longueur sera égale à celle des autres faces, & leur sera parallele : elles seront disposées par rangs, tant horisontalement que verticalement. Le nombre des tablettes d'un rang horisontal, & celui des tablettes d'un rang vertical, & la largeur de chaque tablette, seront encore déterminés par la capacité qu'on souhaite au fourneau, & sur-tout par la largeur des ouvrages qu'on y voudra recuire ; car, quoique nous ne l'ayons pas dit, on a apparemment imaginé déja, que chaque tablette est une petite table sur laquelle les ouvrages enduits seront posés ; dans celui que j'ai fait construire, nous n'avons mis que deux tablettes dans chaque rang horisontal, & trois dans chaque rang vertical ; on conçoit de reste, qu'on peut multiplier à son gré, celles des uns & des autres rangs, quand on élargira ou quand on élevera davantage le corps du fourneau.

Ces tablettes, dans tous les fourneaux de quelque capacité, seront des arcs surbaissés. On les construira de briques, plus ou moins épaisses, selon la charge qu'on voudra leur donner. Comme l'effort de chacune de ces tablettes tendra à écarter les parois, dans l'endroit où elles s'appuyent contre le fourneau, on les liera de fer à cette hauteur. Des liens assemblés à vis & à écrou, pareils à ceux que nous avons fait mettre aux couvercles des fourneaux à acier, seront ici très-convenables.

Ces liens sont d'autant plus nécessaires, que le fourneau sera même affoibli un peu au-dessus de chaque tablette. Là, doit être une porte par où on fera entrer les ouvrages, & par où on les retiendra pour ménager la force du fourneau : la porte d'une tablette supérieure sera ouverte du côté opposé à celui où on a ouvert la porte de la tablette inférieure.

Quand le fourneau sera chargé, l'espace qui est entre les tablettes d'un même rang vertical, sera occupé par les ouvrages; il ne reste donc de place au charbon, qu'entre les rangs des tablettes & les côtés du fourneau, à qui leur longueur est parallele. Une des choses de plus de conséquence ici, c'est donc de bien espacer les tablettes de chaque rang horisontal, autrement on consommeroit trop ou trop peu de charbon. Deux pouces & demi d'intervalle m'ont paru suffire entre deux tablettes d'un même rang hori-

fontal : & il est nécessaire qu'il y ait un demi-pouce de plus entre la face du fourneau, & la tablette qui en est la plus proche.

Le haut de notre fourneau sera terminé par un dôme ; cette figure est toujours propre à faire tirer meilleur parti de l'action du feu. Ce dôme aura plus ou moins d'ouvertures, selon que le fourneau aura plus ou moins de tablettes dans chaque rang horisontal ; & cela, parce que le haut du dôme sera composé d'autant de parties qu'il y a de tablettes en chaque rang horisontal, & chacune posée immédiatement au-dessous d'une tablette ; elles seront convexes par-dehors, & par-dedans ceintrées, & faites en especes de goutieres.

Si le haut du dôme étoit entiérement ouvert, lorsqu'on jetteroit des charbons, ils tomberoient immédiatement sur les ouvrages de la tablette supérieure ; les coups de leur chûte pourroient emporter les enduits, ou au moins les faire fendre. Par la disposition que nous venons d'expliquer, les charbons ne peuvent tomber que dans les intervalles qui restent entre les tablettes, ou entre les tablettes & les parois du fourneau : d'ailleurs, la figure que nous avons donnée aux piéces qui partagent l'ouverture du dôme en plusieurs parties, étant composée de plans inclinés, la descente du charbon s'en fait plus facilement.

Que notre fourneau soit rempli d'ouvrages & de charbons ; que l'air qui entre par les ouvertures du cendrier, & par celles du fond du fourneau, ait allumé ces charbons ; leur chaleur se communiquera promptement aux ouvrages ; ils les entourent, & même touchent toujours les bords de quelques-uns. Rien ici n'arrête l'effet du feu, que l'épaisseur des tablettes, & cet obstacle n'est pas bien considérable. Aussi l'adoucissement se fait-il vîte dans ce fourneau ; pour l'accélérer encore, outre les registres du cendrier, on peut en ménager quantité d'autres dans le corps même du fourneau. Distribués à différentes hauteurs, on les tiendra ouverts, quand on voudra rendre l'ardeur du feu plus violente ; & si on veut seulement qu'elle le soit du côté de certaines tablettes, on n'ouvrira que ceux qui peuvent donner de l'air aux charbons qui les entourent.

Il seroit assez inutile d'avertir, qu'on peut boucher les ouvertures qui permettent l'entrée de l'air, celles par où on met & retire les ouvrages, soit avec de la tôle, soit avec des bouchons de terre. Il n'est guere plus nécessaire de répéter que l'on pourra avoir, dans ce fourneau, des baguettes d'essai pareilles à celles qu'on pose dans le fourneau où on recuit avec des poudres de charbon & d'os : ces baguettes sont toujours nécessaires, lorsqu'on veut se conduire avec certitude.

Le corps des petits fourneaux pourra être de plusieurs pieces qui se rapporteront les unes sur les autres, comme celles du fourneau à Fondeur : & dans ce cas, on l'affoiblira moins par les ouvertures destinées à mettre & à retirer les ouvrages. Il suffira alors, que ces ouvertures soient assez grandes, pour donner passage aux baguettes d'essais ; car avant de charger le fourneau, on ôtera de place toutes les pieces qui sont au-dessus de celles qui portent les tablettes inférieures. On garnira ces tablettes d'ouvrages ; alors on remettra en place la piece qui porte le second rang de tablettes ; on les garnira d'ouvrages ; ainsi de suite, on achevera de charger le fourneau.

Fin du troisieme Mémoire.



QUATRIEME MEMOIRE.

Attentions pour empêcher les ouvrages de ſe voiler dans le recuit : manieres de redreſſer ceux qui ſe ſont voilés.

Un des inconvéniens des plus à craindre dans toute eſpece de recuit, c'eſt que les ouvrages ne s'y tourmentent & ne s'y voilent ; c'eſt à quoi ſont expoſés ceux qui ſont plats & minces, & ſur-tout ceux dont la forme tient de celle des boîtes. Il n'y en a que de courts & maſſifs, tels que les marteaux de porte, qui ſoient à l'abri de ce riſque. Je n'ai pas aſſez appris dans la premiere Edition de cet Art, comment on peut les en garantir, ni comment on peut réparer les défauts que cet accident aura produits. Je n'en avois pas aſſez ſenti la conſéquence ; j'avois fait mes eſſais, ou ſur des ouvrages épais, ou ſur des ouvrages qui, quoique minces, n'étoient pas d'une grandeur conſidérable ; mais on en a fait plus d'épreuves que je n'euſſe voulu, dans une Manufacture où l'on s'étoit principalement propoſé de fondre & adoucir de magnifiques palâtres de ſerrures. La plûpart de ces palâtres ſortoient du recuit très-courbes ; lorſqu'on vouloit les redreſſer, on en caſſoit la plus grande partie ; les frais de la fonte & de l'adouciſſement étoient perdus, & devoient être diſtribués ſur ceux qui avoient mieux réuſſi ; ce qui ne pouvoit qu'en augmenter le prix conſidérablement.

Les pieces ſur leſquelles le recuit agit avec ſuccès, ſont ramolies ; le feu les a miſes dans une conſiſtance approchante de celle de la pâte, pour peu qu'elles portent à faux ; trop foibles alors pour ſoutenir leur propre poids, elles ſe ploieront vers le côté où elles ne ſont pas ſoutenues.

On préviendra cet accident dans les recuits qui ſe font ſelon la méthode enſeignée dans la premiere Partie, dans les recuits où les ouvrages ſont environnés de notre poudre compoſée d'os & de charbon, ſi à meſure qu'on aura mis une couche de cette poudre, on la bat avec des maillets, comme les Fondeurs battent le ſable de leurs moules ; auſſi avons-nous inſiſté ſur cette circonſtance, dans le Mémoire IV. premiere Partie. Alors la poudre fera, avec les ouvrages, un maſſif capable de ſe ſoutenir ; au lieu que quand la poudre a été miſe négligemment, elle ſuit les plaques lorſqu'elles viennent à s'écarter, ou à prendre des formes irrégulieres. Elle s'échappe en partie d'autour des ouvrages, & comme elle s'en échappe inégalement, elle eſt cauſe qu'elle porte à faux en bien des endroits. Pour donner encore plus de ſolidité à cette maſſe, il ſera peut-être à propos d'humecter la poudre avant de la mettre dans les creuſets ; il en ſera d'autant plus facile de la rendre plus compacte, & de la mieux lier.

Mais il eſt bien difficile d'empêcher, que les ouvrages qui ne ſont qu'enduits ne ſe voilent dans le recuit, au moins ſi dans la vûe de profiter de la capacité du fourneau, on les arrange en pile les uns ſur les autres : car il ſera preſque impoſſible qu'ils ſoient aſſez ſoutenus par-tout.

Il y a encore une autre cauſe, que celle que nous venons d'indiquer, qui altere quelquefois conſidérablement la figure des ouvrages, ſur-tout de ceux qui approchent de la forme des boîtes, comme ſont des palâtres de ſerrures, des pieds de grille ; c'eſt l'inégalité avec laquelle leurs différentes parties s'échauffent, puiſque plus le fer eſt échauffé, plus il s'allonge ; le côté de l'ouvrage le plus échauffé tendra à s'allonger davantage ; ſi la diſpoſition des autres parties s'oppoſe à cet allongement, il prendra, ſous une forme courbe, la longueur qu'il n'a pû avoir en reſtant droit. Les pieces en ſont quelquefois très-contrefaites ; une partie rentre en-dedans, l'autre ſort en-dehors : les courbures ſe font dans des plans différents.

Si la fonte des ouvrages étoit de bonne qualité, & ſi on l'adouciſſoit toujours juſqu'à la ramener à l'état de fer forgé, on redreſſeroit tous les ouvrages au marteau, après les avoir fait chauffer, comme on redreſſe les ouvrages de fer ordinaire : & c'eſt la ſeule méthode que j'aie enſeignée ci-devant. Mais comme on n'eſt pas toujours aſſez attentif au choix des fontes, & que ſouvent on n'a pas la patience de pouſſer l'adouciſſement aſſez loin, il y a ordinairement du riſque à redreſſer au marteau les ouvrages adoucis. Quand les Entrepreneurs de la Manufacture dont je viens de faire mention, me parlerent de cet inconvénient par rapport aux palâtres, je leur propoſai la maniere de les redreſſer, que je vais donner ici : mais comme on avoit mon livre, & qu'on avoit fait depuis des expériences, on croyoit que je ne pouvois plus donner d'idées neuves, ou qui

qui appriſſent quelque choſe : & on négligea de ſe ſervir du plus ſimple & du plus sûr de tous les expédients.

Les ouvrages qui ſe plient, qui ſe courbent dans le fourneau ſans ſe caſſer, nous apprennent clairement que nous pouvons les redreſſer, & même, s'il en eſt beſoin, leur donner une courbure qu'ils n'avoient pas, lorſqu'ils ſont ſortis du moule : & cela auſſi ſans les caſſer. Pourquoi dans le recuit ſe courbent-ils ſans ſe caſſer ? C'eſt que quand ils ſe courbent, ils ſont ramollis, & que la force qui tend à leur faire prendre le pli, agit avec lenteur : qu'elle ne contraint aucune partie à céder, bruſquement. Les parties qui commencent à céder, donnent aux autres le temps de les ſuivre. Voulons-nous redreſſer des ouvrages qui ont été adoucis ? donnons-leur donc le même dégré de chaleur qu'ils avoient, lorſqu'ils ſe ſont courbés & ramollis au même point ; faiſons-les céder à une force qui agiſſe doucement. N'employons que la preſſion, & même qu'une preſſion lente ; mais ne les traitons point à coups de marteaux : avec une pareille méthode, nous ne ſçaurions manquer de réuſſir.

Il y a diverſes manieres de la mettre en pratique, que nous allons parcourir, en prenant pour exemple, des pieces de différentes formes. Si la piece eſt plate, comme le ſont une platine de fuſil, une entrée de ſerrure, &c. & qu'elle ſe ſoit courbée, on la fera chauffer par-delà la couleur de ceriſe preſque blanche ; on la mettra alors entre les mâchoires d'un étau ; enſuite on tournera avec lenteur la vis qui approche ſes mâchoires l'une de l'autre ; cette preſſion douce fera céder la piece ſans la caſſer. Le ſuccès me paroiſſoit certain ; auſſi a-t-il été tel que je l'attendois, par rapport même aux pieces qui s'étoient le plus voilées.

Pour des pieces plates, & beaucoup plus grandes que des platines, il faudroit avoir des étaux plus grands que les ordinaires, ou ce qui revient au même, aggrandir l'étau en rapportant contre chacune de ſes mâchoires deux plaques de fer de grandeur proportionnée à celle de la piece qu'on veut redreſſer.

Nous n'indiquons l'étau que parce qu'il ſe trouve dans preſque toutes les boutiques des Ouvriers en fer; mais toute preſſe produiroit le même effet, & ſeroit même plus commode. Ceux qui voudront adoucir beaucoup d'ouvrages de fer fondu, feront donc mieux d'avoir des preſſes de fer ; les mêmes pourront ſervir à des ouvrages de différentes grandeurs.

La forme de ces machines, tant qu'il ne s'agira que d'ouvrages plats, eſt arbitraire ; ce qui contribuera le plus à leur perfection, à les faire agir d'une maniere ſûre, c'eſt que leurs vis aient des filets très-inclinés; plus ils le feront, & plus ces vis ſeront propres à l'uſage où nous voulons les appliquer. La main ne ſeroit pas toujours maîtreſſe de faire tourner avec aſſez de lenteur les vis dont les filets ne ſont pas aſſez obliques.

Les pieces qui ont des ornements, des parties très-ſaillantes, ne ſeroient pas facilement redreſſées entre des ſurfaces plates. En faiſant céder des parties qui ſaillent trop, on pourroit en faire céder de celles qui doivent ſaillir; les fleurons tels qu'ils ſont en uſage aujourd'hui pour les balcons & les grilles, nous donnent des exemples de ces ſortes de pieces. Pour leur faire reprendre exactement la figure qu'ils avoient en ſortant du moule, il faut un autre fleuron qui ait en creux tout ce qu'ils ont en relief, & au contraire ; ce fleuron maſſif ſera arrêté dans l'étau ou dans la preſſe, & ce ſera ſur celui-ci qu'on preſſera l'autre. On introduira de petites pieces de fer dans les endroits de la preſſe qui ne s'appliquent pas contre des parties qu'on veut faire céder, afin qu'au moyen du fer introduit, la preſſe agiſſe ſur les endroits où elle ne pourroit agir immédiatement. Mais pour les redreſſer plus parfaitement, il faudroit avoir deux fleurons matrices, dont l'un ſeroit moulé ſur une des faces du fleuron, tel qu'il doit être quand il eſt droit, & l'autre ſur l'autre. Entre ces deux matrices, on feroit reprendre au fleuron exactement ſa premiere figure : ces pieces ſeroient moins cheres qu'on ne ſe l'imagine. Le gros de la forme du fleuron leur ſuffiroit ; ceux qui ſont moulés doivent s'y redreſſer, & non s'y imprimer. Quand on fond des fleurons, on en fond des centaines & même des milliers : ainſi on ne doit pas plus craindre la dépenſe des deux que nous propoſons, qu'on n'a craint la dépenſe de celui qui ſert de modele.

Il n'eſt pas néceſſaire d'avertir que tous les ouvrages qu'on voudra redreſſer dans des matrices, dans des modeles pareils à ceux que nous venons d'indiquer, doivent être ébarbés ; autrement ils ne retrouveroient plus leur place. Mais un avertiſſement qui ne doit pas être oublié, c'eſt que les matrices ſoient plus grandes que les premiers modeles.

Des ouvrages creux, ſans être chargés d'ornements, comme ſont des caſſeroles, des marmites, ſeront encore plus aiſés à redreſſer. Il ne s'agit que de faire reprendre à ces dernieres pieces, la rondeur qu'elles ont perdue, & pour cela d'avoir des mandrins de différents diametres, dont le plus grand ſera préciſément égal au diametre intérieur du vaſe. Ces mandrins ſeront introduits les uns après les autres dans la marmite ou la caſſerole qu'on aura fait chauffer au point néceſſaire. On pourroit les faire entrer en les pouſſant à bras ; mais

le mieux ſera d'avoir une preſſe où l'on puiſſe placer le vaſe, & où on puiſſe rapporter ſucceſſivement ces différents mandrins.

Des mandrins de bois pourroient ſuffire. On les fera de métal, ou on les recouvrira de lames de fer, ſi on veut les rendre plus durables.

Pour redreſſer les palâtres, au lieu de mandrins ronds, on n'a qu'à en employer de quarrés.

On épargnera la peine & les frais de chauffer de nouveau les pieces à redreſſer, ſi on les tire du recuit, avant d'avoir laiſſé affoiblir le feu, & on ſera ſûr alors qu'elles auront le dégré de chaleur convenable ; on ne les tirera qu'une à une ; dès que la premiere aura été redreſſée, on en tirera une ſeconde, & ainſi de ſuite. Les pieces qu'on voudra redreſſer dans des moules, comme les fleurons, ne peuvent pourtant l'être au ſortir du recuit, parce que nous avons dit qu'il eſt néceſſaire de commencer par les ébarber.

Il y a auſſi telle piece à qui on ne ſçauroit faire reprendre ſa forme dans une ſeule chaude ; elle peut perdre le dégré de chaleur qui la met en état de céder ſans riſque, avant d'avoir aſſez cédé ; ſi cependant on vouloit faire la dépenſe de preſſes de fer qu'on feroit rougir avant d'y porter les ouvrages, le redreſſement s'acheveroit toujours dans une chaude.

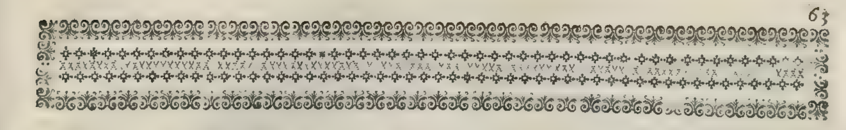
Mais il faut chauffer de nouveau des ouvrages à redreſſer ; qu'on évite, autant qu'il ſera poſſible, de ſe ſervir du feu de la forge ; on n'eſt pas toujours aſſez maître de le modérer : d'ailleurs il n'eſt pas aiſé de juger ſi la piece qui chauffe au milieu des charbons, a pris le juſte dégré de chaleur néceſſaire. Quand la piece n'eſt pas aſſez chaude, elle eſt expoſée à ſe caſſer, & trop de chaleur la peut fondre. Le plus ſûr ſera donc de faire chauffer les ouvrages dans des fourneaux pareils à ceux où ſe font les recuits, ou dans des eſpeces de grands creuſets quarrés. On ſe ſouviendra auſſi qu'il eſt plus aiſé & plus ſûr de redreſſer une piece courbe, que de courber une piece droite. Dans la premiere opération, rien ne tend à ſéparer les parties du métal les unes des autres. Il n'en eſt pas de même dans la ſeconde ; auſſi demande-t-elle un redoublement d'attention.

Le redreſſement des ouvrages ſe fera donc toujours ſans riſque, tant qu'on n'emploira que la preſſion ; pour la percuſſion, elle eſt à craindre : elle ne laiſſera pas néanmoins de réuſſir, ſi elle eſt employée par un ouvrier adroit & exercé, il ſçaura modérer les coups du marteau ; au lieu d'un marteau, ſouvent il ne ſe ſervira que d'un maillet de bois. Il aimera mieux multiplier les chaudes que trop fatiguer la piece dans les premieres. J'ai vû des Ouvriers qui en caſſoient très-peu, parce qu'ils avoient toutes ces attentions.

Avant de finir ce Mémoire, je rapporterai un moyen auquel j'ai eu recours pour empêcher des balcons enduits de ſe voiler, pendant le recuit. Il peut être d'uſage pour tous les ouvrages qui ont beaucoup d'étendue, & peu d'épaiſſeur. Au lieu de les poſer à plat dans le fourneau, j'imaginai de les mettre verticalement, & de les y tenir ſuſpendus par des crochets ; ils y pourroient avoir un mouvement de pendule. Les charbons qui tomboient de chaque côté d'un balcon ne le preſſoient point. L'idée qui m'avoit déterminé à tenter cette poſition, eſt que la force qui agit pour courber le balcon, quelque part qu'elle ſe place, agit toujours comme celle qui eſt appliquée à un levier. Pour agir avec ſuccès, il faut qu'un point d'appui ſe trouve quelque part. Il faut de la réſiſtance. Or, le balcon étant ſuſpendu en l'air, j'ôte preſque tous les points d'appuis fixes qu'auroit donné le fourneau. Il ne reſte plus que ceux de ſuſpenſion, & ceux qui peuvent ſe trouver dans la piece même, mais qui ne ſont point auſſi ſolides que ceux que le balcon auroit dans toute autre poſition. Ce qui eſt de ſûr, c'eſt que les balcons que j'ai fait recuire de cette façon, ne ſe ſont aucunement voilés, & j'en ai fait recuire d'une ſeule piece qui avoient plus de quatre pieds & demi, ſur environ trente de hauteur. Le vrai eſt que je n'ai pas fait répéter cette expérience bien des fois.

Quelques pieces, comme des palâtres & des gâches, qui avoient été tirées douces du recuit, après avoir été redreſſées, n'ont plus été trouvées aſſez limables; cet accident n'eſt pas arrivé aſſez de fois pour que j'en aie pû bien démêler la cauſe : la preſſion ſeule ne me paroît pas avoir été capable de produire un pareil effet ; je ne ſçais ſi les pieces qu'on a chauffées ont eu trop chaud, ou ſi elles étoient trop ſuſceptibles de la trempe, & qu'elles ont été refroidies trop ſubitement ; mais ce que je ſçais, c'eſt que les ayant fait couvrir de charbons noirs qu'on a allumés peu-à-peu, & qu'on a laiſſé conſumer ſur ces pieces, & que les pieces n'ayant été retirées de deſſous la cendre que quand elles ont été froides, alors elles ont été très-limables.

Fin du quatrieme Mémoire.



NOUVEL ART
D'ADOUCIR LE FER FONDU,
Et de faire des Ouvrages de Fer fondu aussi finis que de Fer forgé.

Par M. DE RÉAUMUR.

ADDITION A LA TROISIEME SECTION SUR LE FER.

TROISIEME PARTIE.

Qui apprend à jetter en moule des ouvrages de fonte qui en sortiront doux au point de pouvoir être limés & réparés sans avoir besoin d'être recuits ; & ce qu'on doit attendre des ouvrages faits d'acier, ou de fer forgé, fondus.

PREMIER MÉMOIRE.

Tentatives faites pour adoucir la fonte en fusion ; & pour conserver douce, pendant la fusion, celle qui a été mise telle dans le creuset; moyens de réussir par rapport à la derniere.

QUELQUE faciles, quelque prompts que nous ayons rendu les recuits, il seroit encore mieux de pouvoir se dispenser de les faire. Ce seroit épargner une façon, &, ce qui est beaucoup plus, les risques où elle expose ; nous avons donné des moyens d'empêcher les ouvrages de se voiler, des moyens de redresser ceux qui se sont voilés, de les défendre des écailles, de les mettre à l'abri de se brûler : mais tout cela demande, des Ouvriers, certaines attentions, qu'il vaudroit mieux ne pas exiger d'eux. Rien ne seroit plus commode, que de pouvoir réparer les ouvrages de fer, immédiatement après qu'ils seroient sortis du moule, comme on répare ceux de cuivre, & des autres métaux. Les recherches de cette troisieme Partie, tendent à découvrir les secrets nécessaires pour y parvenir : & je me flatte qu'elles apprendront à peu-près, ce qu'on a besoin de sçavoir sur cette matiere.

Jusqu'ici, j'avois eu des traces à suivre : j'avois sçu du moins qu'on avoit adouci des ouvrages de fer fondu de deux manieres différentes, & j'avois pu espérer de découvrir des pratiques qui, quoique ignorées, avoient été découvertes autrefois par d'autres : mais lorsque j'ai entrepris cette derniere Partie, je me suis proposé un terme où j'étois incertain, si l'on étoit jamais arrivé, & s'il étoit possible d'y arriver. Le temps employé à la recherche des choses utiles, ne doit pas être regretté, lors même que le succès ne répond pas à nos efforts. On a rempli ses devoirs, par rapport à la Société, quand on a travaillé à lui procurer des avantages. Mais on doit regretter l'emploi de ce même temps, lorsqu'il a eu pour objet des

recherches impossibles, & de l'impossibilité desquelles on pouvoit se convaincre. Ce seroit peut-être se proposer, dans notre Art, une chimere, telle que celle d'un mouvement perpétuel produit par des poids ou des ressorts, ou que celle de la pierre philosophale, dans la merveilleuse étendue qu'on a voulu lui donner, que de prétendre fondre des ouvrages, qui, immédiatement après qu'ils auroient été jettés en moule, auroient toute la souplesse des fers forgés, les plus doux, qui se laisseroient aussi facilement plier & replier à froid. Il ne paroît pas même qu'on puisse raisonnablement se proposer de fondre des ouvrages qui aient des fibres ou des lames pareilles à celles des fers ordinaires. Ces fers, s'ils sont mis en fusion, perdent leurs lames & leurs fibres : & le seul refroidissement n'est pas capable de les reproduire. Pour donner aux ouvrages fondus les qualités des fers forgés, il en faudra donc toujours venir à des recuits, semblables à ceux dont nous avons parlé.

Mais nous avons vû, qu'il n'est pas nécessaire que tous les ouvrages fondus aient des fibres ou des lames. Il y en a une très-grande quantité, à qui il suffit d'être aisés à limer, à réparer, à percer : on n'a même en vûe, en les adoucissant, que de les rendre doux jusqu'à ce point. Or ne pourroit-on point en retirer de tels du moule même dans lequel ils auroient été coulés ? C'est ce qui ne m'a pas paru impossible, parce que l'expérience m'avoit appris, que la fonte adoucie, qui a simplement pris le grain gris, est encore fusible.

Outre qu'il seroit avantageux d'avoir doux, à la sortie du moule, les ouvrages à qui un adoucissement médiocre suffit ; il le seroit pour ceux qui veulent l'adoucissement plus parfait. La douceur qu'ils auroient, seroit déja d'autant d'avance sur celle qu'ils doivent avoir. Convaincu de l'utilité de ce secret, & n'ayant aucune raison de le regarder comme impossible, j'ai fait des tentatives, & en grand nombre, pour le découvrir. Il est rare que celles par où on commence, soient heureuses : mes premieres aussi ne l'ont pas été. Je vais pourtant les rapporter : Les raisons qui m'ont déterminé tant de fois à ne pas taire les expériences qui n'ont pas réussi, subsistent encore ici ; j'épargnerai à d'autres la peine de les faire, & elles ne seront pas inutiles, pour expliquer d'où dépend le succès de celles qui nous conduiront au but principal de notre recherche.

La premiere méthode que j'ai tentée, a été de mettre de la fonte en parfaite fusion dans un creuset, & de jetter sur cette fonte fluide quelque ingrédient, pour voir si par-là, je ne parviendrois pas à la rendre telle qu'elle pût être tirée du creuset douce & limable. Tantôt je laissois cet ingrédient sur la fonte, comme il y étoit tombé ; tantôt je les mêlois ensemble, agitant le tout avec une baguette de fer. Je faisois bouillir ces deux matieres, plus ou moins, selon que je l'imaginois convenable : quelquefois seulement pendant un quart-d'heure, & quelquefois pendant plus d'une heure, ou d'une heure & demie.

1°. La poudre d'os brûlés, étoit la matiére qui sembloit la plus indiquée, & a été aussi celle que j'ai employée d'abord. J'ai jetté beaucoup de cette poudre sur de la fonte fluide ; je les ai fait bouillir long-temps ensemble ; la fonte que j'ai coulée, n'en a été de rien moins dure, moins rébelle à la lime, qu'elle l'eût été, si elle eût bouilli seule. L'espérance que j'avois dans cette matiere, me l'a fait tenir plus de deux heures, avec la fonte en fusion ; la durée de l'opération n'a produit aucun changement ; cependant, si cette même fonte étant en masse solide eût été entourée de poudre, comme elle l'étoit ici étant en liqueur, alors cette fonte eût été adoucie, & même à fond : car elle étoit en petite quantité, & exposée à un feu violent.

2°. Sur d'autre fonte en fusion, j'ai jetté de la poudre de charbon, j'ai mêlé même cette poudre avec la fonte.

3°. Dans d'autre, j'ai jetté du sable.

4°. Dans d'autre, du verre pilé.

5°. Dans d'autre, de la pierre calaminaire, & cela par rapport à une vûe qu'il est inutile d'expliquer à présent.

La fonte tenue avec ces différentes matieres, a été coulée aussi dure & aussi blanche, qu'elle l'eût été si elle fût restée seule dans le creuset : j'ai dit aussi dure & aussi blanche. Je veux faire souvenir pour la suite, que ces deux termes sont ici synonymes : de la fonte bien blanche est toujours de la fonte très-dure.

6°. On pourroit espérer, que de la fonte qui auroit été mêlée avec de la limaille de fer, composeroit une nouvelle fonte plus traitable, que si elle eût été coulée seule : dans trois parties de fonte fluide j'ai fait entrer une partie de limaille de fer, & cela à diverses reprises, ne mettant la limaille que peu-à-peu. La fonte, ainsi composée, étoit peu coulante, difficilement eût-elle pû être jettée en moule : mais un plus grand défaut, c'est qu'elle avoit toute la blancheur & la dureté des fontes les plus rebelles.

7°. Le safran de Mars sembloit aussi promettre pour l'adoucissement de la fonte ; dénué, comme il est, des soufres & des sels qu'il avoit quand il étoit fer, il sembloit qu'il devoit se charger de ce que la fonte fluide en avoit de trop : mais quelque chose que j'aie tenté, il n'a produit aucun effet ; il s'est vitrifié

vitrifié à la surface de la fonte, sur laquelle il s'est toujours élevé, étant une matiere trop légere.

8°. J'ai passé ensuite aux essais des sels. Qu'on ne s'étonne point au reste, que pour adoucir la fonte j'aie tenté l'effet de matieres qui semblent durcir le fer, qui le changent en acier. On a tant d'expériences, que les mêmes choses font en physique des effets contraires, par des changemens de circonstances peu importants en apparence, qu'il n'est rien qui ne doive être essayé: la matiere que nous examinons, exempteroit d'aller chercher ailleurs des exemples propres à le prouver.

J'ai donc mêlé avec de la fonte en fusion, tantôt du sel marin, tantôt du borax, tantôt du vitriol, tantôt de l'alun, tantôt du sel ammoniac, tantôt de la soude, ou du sel de soude, ou des cendres gravelées: aucun de ces mélanges n'a produit d'adoucissement sensible.

9°. Un sel, dont on pouvoit plus attendre que des précédents, est le salpêtre. On sçait qu'il peut être tenu en fusion dans le creuset le plus violemment chauffé, sans donner la moindre étincelle, & que si au contraire on le jette sur le fer fondu, il y fuse comme sur les charbons. Quand le salpêtre contiendroit réellement de la matiere inflammable, ce que d'excellents Physiciens ne veulent pas, il est toujours sûr que lorsqu'il s'enflamme, il demande à être environné d'une matiere inflammable qui lui soit étrangere; il fuse dès qu'il est jetté sur les charbons, parce qu'ils lui fournissent cette matiere; le fer sur lequel il détonne, lui en fournit de telle: il semble donc propre à brûler les soufres du fer. J'ai jetté à différentes fois de ce sel sur de la fonte en fusion: il y a détonné tout autant de fois. J'ai fait brûler de la sorte, plus d'un quarteron de salpêtre, sur une livre de fonte. L'effet qu'il y a produit, n'est pas favorable à ceux qui la veulent jetter en moule; soudainement, il l'a figée: dans l'instant qu'il a été jetté, il se fait une croûte sur cette fonte; le reste s'épaissit assez vîte, & bien-tôt toute la masse devient solide.

Qu'on ne soupçonne point que cet effet pourroit être attribué au refroidissement causé à la matiere en fusion, par l'attouchement du salpêtre dont le degré de chaleur étoit fort inférieur au sien. Deux remarques feront voir, que ce n'en est pas-là la véritable cause: 1°. Si on jette dans le même creuset d'autres sels en plus grande quantité que le salpêtre, & des sels, qui, n'ayant pas la propriété de s'enflammer, doivent rester pendant long-temps moins chauds que la fonte; ces sels ne l'épaissiront pas sensiblement; ils ne formeront pas sur sa surface, la croûte solide dont nous avons parlé; 2°. enfin, si cette croûte & un épaississement général de la fonte, ont été occasionnés par la simple fraîcheur d'une matiere étrangere, on n'a qu'à continuer le feu, la fonte redevient fluide, comme elle l'étoit auparavant; au lieu que celle qui a pris consistance avant que le salpêtre l'a touchée, ne peut plus revenir à sa premiere fluidité: elle reste constamment épaisse, au moins pour la plus grande partie, & ne laisse au plus couler que quelques gouttes.

Puisqu'il est certain que le salpêtre ne s'enflamme, que lorsqu'il est environné de corps qui peuvent lui fournir des matieres sulphureuses, il est visible que le salpêtre en brûlant, brûle une partie des soufres de la fonte. Ces soufres étant brûlés, elle s'épaissit de façon que le feu ne peut la rendre coulante; donc, elle devoit aux soufres, qui lui ont été enlevés, sa disposition à devenir fluide: cependant, elle est encore alors très-dure; elle ne devoit donc pas sa dureté à ces mêmes soufres. Mais c'est une conséquence que nous ne voulons à présent qu'indiquer; il n'est pas temps de nous y arrêter: nous y reviendrons ailleurs.

Au reste, pour produire l'épaississemenr de la fonte, il n'est pas besoin de mettre autant de salpêtre, que j'en ai mis dans l'expérience que je viens de citer; une quantité beaucoup moindre y suffit.

Il est singulier, que, quoique les Fondeurs cherchent sur-tout à rendre leur fonte coulante, il y en ait de très-habiles dont l'usage est de jetter un peu de salpêtre sur leur fonte de fer en bain, immédiatement avant de la couler: ils s'imaginent que c'est un moyen de la mieux affiner. Après avoir jetté ce salpêtre, ils peuvent enlever une croûte épaisse, qu'ils regardent comme une crasse dont la fonte s'est purgée à l'aide du salpêtre; cette prétendue crasse n'est que la fonte même de la surface qui s'est épaissie; cette couche épaissie, leur donne plus de facilité à enlever les charbons qui sont tombés dans le creuset, & tout ce qui s'y est vitrifié; ils les emportent aisément avec la couche du métal: c'est-là le seul avantage qu'ils doivent attendre de cette pratique.

10°. Il y a eu aussi des expériences où la fonte s'est épaissie, après que j'ai eu jetté dessus de la soude ou du savon; mais ces mêmes matieres n'ont pas diminué sensiblement la fluidité de quelques autres fontes; il y en a à qui elle est plus difficile à ôter qu'aux autres. Le gypse a aussi épaissi quelques fontes, mais en a laissé d'autres très-fluides: la chaux & la craie ne l'ont ni épaissie, ni adoucie.

11°. Le tartre, les huiles, les graisses que j'ai fait brûler sur des fontes liquides, & que j'y ai mêlés, autant que la différence de pesanteur l'a pû permettre, ne leur ont procuré, ni

adouciſſement ; ni épaiſſiſſement.

12°. J'ai jetté, comme dans les expériences précédentes, ſur la fonte en fuſion, du ſoufre commun, de l'antimoine, de l'orpiment, du verd-de-gris : toutes ces matieres lui ont laiſſé ſa dureté. L'orpiment la rend beaucoup plus fluide ; celle dans laquelle l'antimoine a été jetté, eſt très-ſpongieuſe : le ſoufre auſſi la rend ſpongieuſe.

14°. Je ne parlerai point des alliages que j'ai tenté de faire du fer avec différens métaux ; ces expériences mériteront un article particulier, & ne m'ont rien fourni pour avoir une fonte plus douce.

Le réſultat eſſentiel des expériences que nous venons de rapporter, c'eſt qu'il n'eſt aucune des matieres dont j'ai parlé, qui, étant jettée ſur la fonte en fuſion, & mêlée avec cette fonte, lui procure quelqu'adouciſſement ſenſible. Il ne paroît pas même qu'il y ait à eſpérer, que le mêlange & la combinaiſon de ces matieres produiſe cet effet. Quoi qu'il en ſoit, j'ai déſeſpéré d'y parvenir par cette voie ; je ne ſçais ſi quelqu'autre ſera plus heureux, que je ne l'ai été.

Quoique je n'aie pû adoucir les fontes pendant qu'elles étoient en fuſion, quoique l'eſpérance d'y parvenir m'ait été ôtée ; je n'ai pas cru qu'il fût impoſſible, par toute autre voie, de couler des fontes limables. Rappellons-nous les idées que nous avons données des différentes fontes ; elles nous prouveront la poſſibilité d'en couler de douces. Nous les avons diſtinguées en blanches & en griſes ; nous avons dit que les griſes ſont ſouvent limables ; & les obſervations que j'ai faites depuis, m'ont prouvé qu'elles le ſont preſque toutes : elles le ſont d'autant plus, qu'elles ſont plus griſes.

Pour les fontes blanches, elles ſont toujours à l'épreuve de la lime ; parmi une quantité prodigieuſe que j'ai eſſayée, il ne s'en eſt jamais préſenté une limable.

Toutes ces fontes griſes & limables, ſont des fontes telles qu'elles ſont ſorties du fourneau, où la mine a été fondue ; qu'on les mette une ſeconde fois en fuſion ; elles deviennent blanches, ou en entier, ou en grande partie ; c'eſt-à-dire, comme nous l'avons remarqué ailleurs, que ſi l'intérieur de l'ouvrage qui en a été fait, a conſervé quelques nuances de l'ancienne couleur de cette fonte, tout l'extérieur a pris la couleur des fontes blanches. Par conſéquent, la lime n'y ſçauroit faire d'impreſſion, ou ſi quelques endroits de la ſurface ſont par haſard reſtés limables, il y a beaucoup plus d'autres endroits qui ne le ſont point.

Si on s'en tient ſimplement à refondre dans des creuſets de ces fontes qui ſont ſorties douces du fourneau où la mine a été fondue, on ne peut s'en promettre des ouvrages limables ; mais comme nous venons de dire, qu'il y a quantité de fourneaux d'où on tire des fontes griſes, ſans s'embarraſſer d'autres expédiens, il ſemble qu'il n'y auroit qu'à établir des atteliers pour mouler les ouvrages auprès de ces fourneaux, & couler leur fonte dans des moules préparés ; cependant pluſieurs inconvénients réels, dont nous avons parlé dans le premier Mémoire de la premiere Partie, s'y oppoſent. 1°. Ces fourneaux d'où la fonte coule douce, n'en donnent pas conſtamment de telle. J'ai ſouvent caſſé une marmite, dont une moitié ou à peu-près étoit griſe, & dont l'autre moitié étoit blanche : d'un côté, elle étoit limable, & de l'autre elle ne l'étoit point. 2°. Toutes ces fontes griſes naturellement limables, ſont communément trop griſes ; elles ne ſçauroient prendre une belle couleur de fer, quoique limées & polies : elles reſtent trop ternes & trop brunes. 3°. Ces fontes ne peuvent preſque point être traitées avec le ciſelet ; elles s'égraînent. 4°. Enfin, ces fontes qui peuvent être coulées griſes & douces hors du fourneau, ſouvent ne reſteroient pas telles, après être entrées dans les moules : cette propoſition eſt une eſpece d'énigme que nous expliquerons ailleurs.

Les fontes qui ſortent griſes des fourneaux, outre qu'elles pechent par la couleur & par le corps, ne ſont donc pas douces aſſez conſtamment. Malgré les deux premiers défauts, ſi en fondant une ſeconde fois celles qui ſont douces, il eût été poſſible de leur conſerver leur douceur ; ſi une ſeconde fuſion ne la leur enlevoit point, il ſeroit aiſé de ne mettre dans les creuſets que de la fonte douce ; on la concaſſeroit par petits morceaux ; on examineroit la couleur de ces morceaux les uns après les autres : ainſi on ne rempliroit le creuſet que de fonte convenable ; ſi en fondant elle s'y conſervoit telle, on en pourroit faire des ouvrages, à qui la couleur & le corps importent peu ; tous ceux qui n'ont beſoin que d'être limés & groſſiérement réparés, & auxquels même on donne une couleur, comme ſont les balcons & les vaſes à fleurs, & divers autres ouvrages. Mais le nœud qui a arrêté, qui a empêché de faire uſage de cette fonte, c'eſt, comme nous l'avons dit, que celles qui ont été miſes griſes & limables dans le creuſet, en ſortent très-blanches & très-dures ; elles y perdent la propriété de ſe laiſſer limer.

La couleur de ces fontes m'avoit trop prévenu contr'elles, & m'avoit fait négliger de chercher à en faire uſage. Ayant depuis donné plus d'attention à un des phénomenes ordinaires de notre Art, ſçavoir, que les fontes les plus blanches qu'on radoucit, deviennent elles-mêmes néceſſairement des

fontes grises, puisqu'il faut absolument qu'elles passent par différentes nuances de gris, avant de devenir fer à grain blanc. L'avantage que j'avois attribué aux fontes blanches, sur les grises, me parut moins fondé, & je crus qu'il y avoit beaucoup à rabattre des idées que j'avois eues des blanches, que leur couleur m'avoit fait regarder comme plus affinées; que l'esprit systématique auquel on s'abandonne, pour peu qu'on cesse d'être sur ses gardes, m'avoit fait prendre parti trop vîte; & qu'en un mot, ce seroit un secret important que celui de pouvoir couler douces hors d'un creuset, les fontes qui y avoient été mises telles.

Une expérience que je ne m'étois pas proposé de faire, me détermina à le chercher; j'avois donné de la fonte grise, pour être refondue; je voulois même la changer en fonte blanche, que je destinois à des épreuves d'adoucissement. Contre mon gré, elle sortit du creuset, à peu-près aussi grise qu'elle y étoit entrée, & très-limable en bien des endroits: elle avoit été jettée seule dans ce creuset; aucune circonstance particuliere ne sembloit avoir contribué à lui conserver sa premiere couleur; une infinité d'expériences, faites autrefois, ne me permettoient pourtant pas de douter, que cette même fonte ne fût devenue très-blanche & très-dure, si elle eût été tenue en fusion plus long-temps. Si elle avoit conservé sa couleur grise, je ne pouvois donc l'attribuer qu'à ce qu'elle avoit été versée hors du creuset, aussi-tôt qu'elle avoit été en fusion. Rien n'eût été plus simple que cet expédient, pour couler de la fonte douce, pourvû que le temps, pendant lequel elle reste en cet état, ne fût pas trop court pour être facile à saisir.

Pour sçavoir combien il pouvoit durer, je remis de la même fonte grise dans un creuset; dès que je vis qu'elle étoit fluide, je retirai un peu de cette fonte avec une cuiller de fer. Je l'essayai quand elle fut refroidie, & je la trouvai limable & de couleur grise. Un quart-d'heure après, je répétai la même manœuvre; la fonte tirée, cette seconde fois, cédoit encore à la lime, mais assez difficilement: enfin, celle qui fut tirée après un autre quart-d'heure, ne se laissoit plus du tout limer.

La fonte grise, ou au moins de la fonte grise de l'espece de celle dont je viens de parler, étant tirée promptement du creuset, pourroit donc rester douce; mais peut-être seroit-il difficile de saisir l'instant où cette fonte auroit assez de fluidité pour couler, sans avoir assez long-temps souffert le feu, pour être devenue blanche & dure, au moins en partie.

D'ailleurs, celle qui avoit donné occasion à ces épreuves, & qui avoit coulé douce la premiere fois, sans qu'on se fût embarrassé de lui conserver cette qualité, pouvoit avoir des dispositions favorables, peut-être difficiles à retrouver dans les autres fontes grises. J'ai donc cru devoir essayer plusieurs de ces différentes fontes; je les faisois verser dès qu'elles me paroissoient fluides: mais ç'a été avec des succès très-différents. Il y a eu telle fonte grise & même noire, qui n'a pas été plutôt fondue, qu'elle a été blanche & dure. D'autres fois, de la fonte est sortie grise du creuset; & lorsque cette expérience a été répétée, elle est sortie blanche, & cela, quoique les morceaux mis dans l'un & l'autre creuset, fussent des fragmens d'une même piece, & que ces fragmens eussent été tous mêlés ensemble; cela m'est même arrivé, en répétant les expériences sur cette même fonte, qui m'avoit déterminé à essayer les autres: j'en ai tiré du creuset aussi-tôt qu'elle a été fondue, qui s'est trouvée dure.

Dès que le succès seroit aussi incertain, il n'y a pas d'apparence que des Ouvriers cherchassent à jetter ces fontes en moule, dans la vûe d'avoir des ouvrages doux. Tout ce qui est de pratique, doit être fondé sur des regles non sujettes à varier; mais pour moi, il me parut que c'étoit beaucoup, que c'étoit avoir fait un grand pas, que d'avoir appris que dans quelques circonstances, on pouvoit couler, hors du creuset, une fonte entiérement douce & grise; dès lors il ne me parut plus impossible de trouver des regles pour avoir constamment cet effet. Si la fonte vient tantôt dure & tantôt douce, il y a quelques circonstances qui font varier l'opération, & tout se réduisoit à les démêler.

J'imaginai que les creusets pouvoient y avoir part; ceux dont je me servis étoient de nos glaises des environs de Paris. On trouve dans ces glaises quantité de pyrites qui contiennent de véritable soufre commun; ce soufre peut entrer dans la composition du creuset; il y en a eu tel qui, lorsqu'on le retiroit du feu, répandoit une véritable odeur de soufre commun. Il me parut possible que selon que le creuset auroit eu plus ou moins de soufre, la fonte auroit été endurcie plus promptement, ou plus lentement. J'en fondis qui auroit dû couler douce dans des creusets qui ne pouvoient pas être soupçonnés de contenir du soufre, dans nos creusets de Beauvais; & j'eus de la fonte dure, lorsque j'en cherchois de douce.

Je fis faire d'autres creusets avec très-peu de terre & beaucoup de mine de plomb. Dans quelques-uns la mine entroit pour plus des deux tiers, ou des trois quarts. Ces creusets me firent voir les mêmes irrégularités que les autres m'avoient montrées. Tantôt j'en retirai de la fonte blanche, & tantôt de la fonte grise.

Les expériences que nous avons faites, soit par rapport à la conversion du fer en acier, soit pour l'adoucissement des ouvrages de fer fondu, nous ont conduits à penser que les soufres endurcissent le fer & la fonte. Celles que nous faisons à présent, nous mettront en état, par la suite, de mieux démêler cette idée; avant qu'elle fût assez développée, j'imaginai que les soufres qui étoient nécessaires, pour donner à la fonte une parfaite fluidité, étoient les mêmes qui produisoient son endurcissement, que le feu même qui la rendoit fluide, qui l'entretenoit en mouvement, lui donnoit ses propres soufres, d'où il me parut probable qu'en la faisant fondre dans des creusets de fer forgé, on pourroit l'y conserver douce, & cela parce que le fer beaucoup plus dénué de soufres, retiendroit ceux qui pénetrent au travers des creusets de terre, & peut-être même boiroit une partie de ceux de la fonte. Je fis donc fondre de la fonte dans des creusets de fer forgé. Les premieres expériences parurent répondre à mon attente; mais elle fut trompée, lorsque je les eus répétées autant de fois que je le croyois nécessaire pour compter sur leur succès; je trouvai les mêmes variétés que ci-devant, c'est-à-dire, tantôt des fontes blanches, & tantôt des fontes grises.

Nos recuits, & sur-tout ceux que nous avons faits ci-devant au feu immédiat, soit avec enduit, soit sans enduit, nous ont fait voir que la fonte mise dans un creuset pour y être fondue, quelque blanche, quelque dure qu'elle soit, doit s'y adoucir, au moins en partie, avant d'être mise en fusion. Car ces expériences nous ont appris qu'un violent degré de chaleur y produit un adoucissement certain. La fonte d'un creuset, avant de devenir fluide, a souffert ce violent degré de chaleur; par la même raison les fontes déja douces, doivent s'adoucir de plus en plus avant de devenir coulantes. Il me parut curieux & même nécessaire pour éclaircir ce que je cherchois de sçavoir, si le temps précisément où de la fonte commence à s'endurcir, est celui où elle est rendue fluide; toujours me parut-il certain que si quelques fontes étoient rendurcies dans le creuset avant l'instant de fusion, il ne falloit pas attendre que ces mêmes fontes fussent limables après qu'elles auroient été fondues. Je me proposai donc d'observer les fontes depuis l'instant où elles auroient été jettées dans le creuset, jusqu'à celui où elles y deviendroient liquides: j'en fis concasser en petits morceaux, j'en remplis en partie un creuset; je fis chauffer le creuset, & d'instant en instant, je retirois des morceaux de cette fonte. J'éprouvois les progrès de l'adoucissement qui devoient aller vîte, parce qu'on donnoit un grand feu au creuset. Ces essais furent faits sur différentes fontes, sur des fontes blanches, sur des fontes qui avoient été blanches, & que l'adoucissement avoit rendu grises, & sur des fontes naturellement grises. Après avoir suivi les unes & les autres attentivement, j'observai que des fontes blanches, & de celles qui tiennent leur couleur grise de l'adoucissement, après être devenues de plus douces en plus douces, redevenoient dures avant d'être fondues. Le temps précis de ce retour n'étoit pas déterminable: mais ce qui étoit certain, c'est que ce même morceau de fonte, qui se fût laissé limer très-aisément, s'il eût été tiré plutôt du creuset, ne cédoit plus à la lime, lorsqu'il en étoit tiré un peu plus tard. Le degré de chaleur qu'opere ce changement est toujours proche de celui qui donne la fluidité. Car les angles des morceaux qui étoient devenus durs dans le creuset, avoient été fondus. Mais ce qui démontre qu'un degré de chaleur moindre que celui qui demande la fusion, opere ce prompt rendurcissement, c'est que les endroits qui n'avoient point été fondus, avoient toute la dureté possible. Les plaques dont nous avons parlé dans le IV. Mémoire de la premiere Partie, nous ont donné, encore plus en grand, l'exemple de l'endurcissement produit avant la fusion.

Parmi les fontes naturellement grises, dans quelques circonstances, j'en ai observé qui se sont fondues, sans retour à la dureté; en quelque temps que je les aie retirées du creuset, je leur ai toujours trouvé la même douceur; mais dans d'autres circonstances, j'ai retiré des fontes grises naturellement qui étoient devenues blanches, & par conséquent non limables avant d'avoir été fondues. Ces circonstances ont été celles où la fusion a été trop long-temps à se faire. A dessein, je ne la pressois pas; j'avois besoin de conserver mes morceaux en masses solides pour les examiner en différents états.

Puisque la fusion par elle-même n'est pas propre à adoucir la fonte; pour en avoir de douce après qu'elle sera fondue, il est donc au moins absolument nécessaire de la conserver telle jusqu'à l'instant où elle devient fluide. Et il suit de la derniere remarque, que l'on y réussira d'autant mieux, toutes choses d'ailleurs égales, qu'on la fondra plus promptement; mais on ne sçauroit se promettre d'exécuter cette opération simple plusieurs fois de suite avec la même vîtesse. Une infinité de circonstances peuvent la retarder; les creusets, les qualités des charbons, les soufflets, les épaisseurs différentes des morceaux de fonte, sont des sources d'irrégularités sans nombre. Aussi quoique j'aie à dessein tâché de mettre en fusion de nos fontes grises le plus promptement qu'il

étoit

étoit possible, il m'est arrivé de couler de la même tantôt grise & tantôt blanche.

Ce n'étoit qu'en petit que je faisois cette expérience ; peut-être que le succès en seroit encore plus incertain en grand, par rapport aux circonstances dont je viens de parler. Mais par rapport à quelques autres circonstances, il est aussi plus facile de tirer de la fonte douce, au moins en partie, en en fondant une plus grande quantité à la fois. Plus rarement il m'est arrivé de couler cette fonte douce du creuset, quand je n'y en eus mis que quelques onces, & quand j'y en ai eu mis une ou plusieurs livres ; & assez souvent elle a coulé douce, quand la quantité a été raisonnable : mais, comme je viens de le dire, douce en partie ; car il y en avoit presque toujours une portion qui avoit pris de la blancheur, ou, ce qui est la même chose, la dureté à l'épreuve de la lime.

Pour revenir à nos observations faites sur les fontes que j'ai tirées des creusets avant qu'elles y eussent été rendues fluides, & où elles s'étoient rendurcies, j'ai cherché à comprendre ce rendurcissement ; & pour cela j'ai mis de la fonte grise dans un creuset où elle étoit environnée de toutes parts de poudre d'os ; elle s'y est cependant endurcie avant d'avoir pris de la fluidité ; & qui plus est, le feu ayant été donné trop long-temps, à un dégré au-dessous de la violence nécessaire pour fondre, on a eu beau ensuite augmenter la force du feu ; la fonte n'a jamais pû prendre de fluidité.

Dans une autre expérience, je me suis contenté de couvrir la fonte de poudre d'os ; & où le feu violent a été donné plutôt, la fonte a coulé : mais elle a coulé blanche & dure. Les os qui procurent si efficacement l'adoucissement dans d'autres circonstances n'avoient donc rien opéré ici ; ou s'ils avoient opéré, ç'avoit été l'endurcissement. Ces dernieres expériences semblent attaquer directement les principes que nous avons établis sur tant d'autres expériences & des plus décisives. Nous avons avancé tant de fois que tout fer, soit forgé ou fondu, s'endurcit à proportion qu'il est plus pénétré de soufres & de sels, qu'il s'adoucit à mesure que ces soufres, ces sels lui sont enlevés, que l'action violente du feu est nécessaire pour emporter ces matieres de celui qu'on veut rendre plus traitable, qu'enfin les os aident à l'action du feu : & nous voyons ici au contraire que le grand feu avec le secours des os, redonne de la dureté à la fonte. Mais ne nous embarrassons point encore de chercher, si quelque opposées que semblent les conséquences qu'on peut tirer de ces différents effets, il n'y auroit pas de moyen de les concilier. Allons plutôt où les expériences nouvelles nous menent ; elles nous font voir que si on desséche la fonte jusqu'à un certain point avant de la mettre en fusion, on lui ôte trop de ses soufres ou de ses sels, qu'on ne peut plus la fondre, ou que si on la fond, on la rendurcit : car la fonte qui a souffert du temps un violent feu avant de se fondre, & sur-tout celle qui a été entourée pendant ce temps de poudre d'os, doit être de la fonte très-desséchée. Or, si nous entourons nos morceaux de fonte de poudre de charbon, nous sommes sûrs par toutes les expériences, soit de nos recuits, soit de l'art de convertir le fer en acier, que la surface de notre fer ne se desséchera pas, quoique le charbon soit propre à convertir le fer en acier, à lui donner une dureté qu'il n'a pas ; j'ai donc pensé qu'il pourroit être propre à conserver aux fontes grises, & la couleur & la douceur qu'elles avoient avant d'être mises dans le creuset, du moins l'épreuve m'en a-t-elle paru très-indiquée ; je l'ai faite, & j'ai trouvé que toute fonte grise de bonne qualité fondue dans un creuset où elle étoit entourée de poudre de charbon se fondoit ; & qu'après y avoir été rendue fluide, celle qui étoit tirée du creuset, étoit limable, comme elle l'étoit avant d'avoir été refondue.

Ne cherchons point encore à expliquer, pourquoi la poudre de charbon conserve à la fonte douce sa douceur : un grand nombre de faits que nous avons à rapporter, aideront à éclaircir ce phénomene : continuons à présent de suivre ce qui regarde la pratique de notre Art. Dès que la fonte fondue dans le charbon reste douce, j'ai cru qu'elle le deviendroit encore davantage, étant fondue dans un mélange de poudre de charbon, & de poudre d'os ; qu'au moyen de la poudre de charbon, il n'y auroit plus à craindre que les os fissent de mauvais effet ; que dans cette circonstance ils adouciroient, comme ils avoient été en possession de le faire dans tous les recuits. J'ai donc fait fondre de la fonte grise, dans un mélange de parties égales de poudre d'os, & de poudre de charbon : celle qui a été fondue dans ce mélange a toujours été douce, & extrêmement douce. Cette dose peut se varier ; on peut augmenter la quantité d'os : mais j'aime mieux au contraire qu'on la diminue, parce que le creuset n'étant pas clos, le charbon se brûle ; & il est essentiel qu'il en reste toujours une certaine quantité : trop d'os pourroient même empêcher que la fonte ne pût devenir fluide.

Ce n'est pas assez que la fonte soit douce, précisément dans l'instant où elle vient d'être fondue : dans le travail en grand la fonte qui a été rendue liquide la premiere, reste souvent pendant plusieurs heures dans le creuset, avant que le reste ait été fondu ; il faut que cette fonte puisse conserver sa fluidité sans prendre de dureté, pendant un

temps considérable ; & c'est ce qui arrive à celle qui est mise en fusion dans le mélange de poudre d'os & de charbon ; j'en ai tenu de fluide pendant plusieurs heures dans ce mélange ; elle n'en a pas été coulée moins douce.

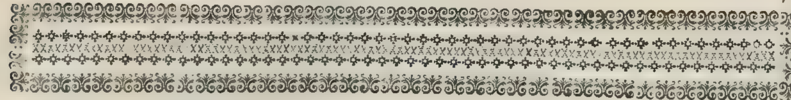
Le mélange de poudre d'os & de charbon qui, de toutes les compositions, est celle qui réussit le mieux dans les recuits faits dans les caisses, est donc jusqu'ici celle qui est la plus avantageuse, pour fondre de la fonte douce. Cette composition suffit pour tenir les fontes douces pendant la fusion, & sera la seule qu'on emploiera dans la pratique ordinaire. Mais si on lui ajoute une portion de sublimé corrosif, réduit en poudre fine, elle vaudra encore mieux, & pourra conserver douces des fontes qu'elle ne conserveroit pas telles sans cette addition. La dose de sublimé ne sera pas considérable : qu'elle soit un vingtieme ou même un quarantieme du poids total, & c'en sera assez. Mais au lieu que la poudre d'os ne peut être employée seule ; quand on aura de bonne fonte, on pourra se servir de la seule poudre de charbon.

Tout ce que nous avons tenté au commencement de ce Mémoire, n'a pû nous donner de moyen de rendre douce de la fonte mise en fusion, qui étoit auparavant dure, ou qui étoit devenue telle en se fondant. Nous avons même avoué que nous désespérions d'y parvenir ; mais nous voilà parvenus, par une autre voie, à pouvoir avoir de la fonte douce, après qu'elle sera refondue, pouvû que celle qu'on veut fondre soit grise ou de bonne qualité. La poudre d'os & celle de charbon jettées sur de la fonte actuellement en fusion, ne lui procurent aucun adoucissement. La fonte douce qui se fond étant environnée de poudre d'os seule, s'endurcit ; mais la poudre simple de charbon, ou la poudre composée d'os & de charbon, conservent la douceur à celle qui est mise douce dans le creuset, & qu'elles ont toujours entourée. L'expédient est simple & commode ; nous expliquerons pourtant dans la suite plus au long, toutes les petites attentions qu'il demande : mais ce dont il nous reste à parler, & qui va faire la matiere du Mémoire suivant, c'est l'explication de ce que nous avons voulu dire, quand nous ne nous sommes pas contentés de demander de la fonte grise, que nous avons demandé de la fonte grise, & de bonne qualité.

Une autre remarque de ce dernier Mémoire, dont il est important de se souvenir, est que la fonte conserve d'autant mieux la douceur qu'elle avoit, avant d'être mise dans le creuset, qu'elle est fondue plus promptement : pour la conserver douce, un point essentiel est d'empêcher sa surface de se dessécher, & de se brûler.

Fin du premier Mémoire.





SECOND MEMOIRE.

Choix des fontes propres à être coulées douces ; que cette propriété est naturelle à quelques-unes ; que par art on peut la donner à d'autres ; qu'il y en a d'autres à qui il est presque impossible de la donner.

DANS le Mémoire précédent, nous avons borné à dessein à certaines especes de fontes, le secret que nous y avons découvert, pour en couler de douce hors des creusets. On nous a peut-être déja prévenus sur l'étendue dont ce secret est susceptible. Il apprend la maniere de conserver douce, malgré la fusion, la fonte qui l'étoit avant d'être fondue. Nos recuits nous ont enseigné de sûrs moyens d'adoucir toute fonte ; il semble donc qu'il n'y en a aucune qui ne soit dans le cas du Mémoire précédent, & qu'on doive prendre pour regle générale, que toute fonte naturellement limable ou rendue telle, étant fondue dans le charbon ou dans le mélange d'os & de charbon, restera limable, comme elle l'étoit avant la fusion. On peut aussi le regarder comme une regle, mais qui est sujette à des exceptions : pour les avoir ignorées, j'ai été jetté dans des incertitudes bien embarrassantes. Le succès des premieres expériences a été souvent démenti par celui des expériences suivantes ; après avoir retiré de la fonte du creuset, où elle avoit été fondue, souvent cette fonte étoit douce, & plus douce qu'elle n'y étoit entrée ; d'autre mise très-douce dans un autre creuset, en sortoit d'une dureté à toute épreuve, & quelquefois au contraire, il m'est arrivé de mettre de la fonte dure & blanche dans un autre creuset, & de la verser très-grise & très-limable. Non-seulement cela est arrivé à des fontes différentes ; la même m'a quelquefois fait éprouver ces désolantes variétés : ce n'est qu'à force d'expériences tournées & retournées de toutes façons, que les causes de ces diversités ont pû être démêlées ; & que j'ai pû établir des regles subordonnées à la regle générale : elles seront faciles dans la pratique, elles préviendront tous les contretemps par où j'ai passé.

Quoiqu'il y ait des fontes blanches qui peuvent être coulées douces dans un travail réglé, le plus sûr sera de n'en fondre que des grises. Nous les considérons ici telles qu'elles sont sorties du fourneau à mine ; nous les avons ailleurs caractérisées par leurs nuances de couleur, qui, dans différentes especes, varient depuis le gris-blanc ou blanchâtre, jusqu'au gris-noir ou gris de maure. & même jusqu'au noir. Elles ne different pas moins les unes des autres par leur tissure, qui en toutes est spongieuse, si on la compare avec celle des fontes blanches : c'est à cette tissure, à laquelle nous demandons à présent qu'on fasse le plus d'attention. Quelques-unes semblent composées de grains ou de molécules qui, à la vûe simple, ont un air arrondi ; & les autres bien observées, paroissent l'être de lames : on ne trouve point à leurs molécules, la rondeur des molécules des premieres. Les grainées varient par leurs grainures ; quelques-unes ont de gros grains, pendant que d'autres en ont de fins. Les raisons de préférence d'une fonte sur une autre, doivent être prises, & de sa couleur, & de sa tissure. Du côté de la tissure, celles qui ont le grain le plus fin, le plus distinct, le mieux démêlé, le mieux arrondi, le plus approchant de celui d'un acier trempé peu chaud, l'emportent sur les autres : & du côté de la couleur, celles qui ont des nuances plus brunes sont plus faciles à tenir douces. Les meilleures de toutes, ou au moins celles qu'on peut fondre avec le moins de précautions, sans craindre de les rendurcir, sont donc celles qui étant noires, ont un grain très-fin & très-distinct. Mais de deux différentes fontes, dont l'une aura un gris plus clair & sera mieux grainée, & dont l'autre sera plus noire avec des grains plus gros & moins démêlés, on préférera celle de la plus parfaite grainure : généralement parlant, on peut beaucoup plus compter sur le grain que sur la couleur.

Celles qui bien considérées, semblent plutôt composées de lames que de grains, sont inférieures aux grainées ; mais entre celles-là, les meilleures ont les lames plus fines, plus petites, plus détachées les unes des autres : & les plus mauvaises de toutes ont des amas de lames qui forment comme de gros grains applatis.

Si celles qui n'ont que des lames ne sont

pas d'un gris foncé ou très-brun, il sera toujours très-difficile d'en couler des ouvrages limables.

Qu'on espere peu de celles, qui, quoiqu'extrêmement noires, paroissent parsemées de brillants : en général, ces brillants dans les fontes grises, sont de mauvais indices. Si de plus, les fontes noires sont composées de gros grains applatis, elles sont les plus mauvaises de toutes : des fontes d'un gris presque blanc vaudroient souvent mieux.

Il y a des fourneaux, qui, tant qu'ils sont au feu, donnent des fontes des qualités que nous avons indiquées pour bonnes. Mais un avis très-important, pour les établissements où l'on travaillera en grand aux ouvrages de fer fondu, c'est qu'il n'y a presque point de fourneau, où ils ne puissent se fournir de fontes convenables : il ne faut que saisir le temps où ils en couleront de telles. Les premieres gueuzes qui sortent d'un fourneau nouvellement mis au feu sont très-noires, & ordinairement de celles que nous avons rejettées par le défaut de leurs grainures : mais de jour en jour, les gueuzes viennent d'une meilleure grainure. Leur couleur aussi va en s'éclaircissant : & enfin, leurs couleurs deviennent blanches en quelques fourneaux. Le temps où on fera provision de leur fonte, sera entre celui où ils ont donné des gueuzes trop noires, & celui où ils sont prêts d'en donner de trop blanches. Ce temps favorable n'est pas pourtant difficile à saisir, il vient ordinairement peu de semaines après que le fourneau a été mis en feu. Il y en a où il ne dure pas quinze jours, d'autres où il dure plusieurs mois : car ils passent tous du gris au blanc très-inégalement. Une infinité de causes peuvent contribuer à cette inégalité, la construction même du fourneau, la disposition des soufflets, la qualité des charbons, & celle des mines.

Mais il ne feroit pas difficile de remettre au gris, un fourneau qui feroit venu au blanc. On a quelquefois vû ce retour, sans avoir cherché à le procurer ; ce qui l'occasionne donnera, par la suite, idée de la vraie cause des différences qui sont entre les fontes de différentes couleurs. Quand les courants d'eau qui font mouvoir les soufflets, s'affoiblissent par la sécheresse, le fourneau d'où la fonte sortoit blanche, n'en fait plus voir que de grise ; de-là, il est clair que la fonte devient blanche dans les fourneaux où l'action du feu est plus violente. Un expédient pour se procurer de la fonte grise, est donc de diminuer le cours de l'eau qui fait tourner les soufflets ; mais cette diminution ne devroit se faire qu'imperceptiblement ; qui diminueroit trop vîte la chaleur, courroit risque de ne pas fondre la mine, & de faire ramasser de ces masses non-fondues, qu'on appelle *des renards*, & qui obligent à éteindre totalement le feu pour les retirer.

On ne sçauroit refondre notre métal, sans trouver du déchet. Un avantage des fontes que nous avons caractérisées pour les meilleures, c'est que dans la fusion elles diminuent considérablement moins que les autres. Les mauvaises noires diminuent plus qu'aucunes des autres ; on les trouve couvertes d'une quantité très-considérable de laitier ou de matiere vitrifiée ; elles sont mêlées apparemment avec beaucoup de terre de la mine.

Nous avons conseillé de ne faire aucun usage des fontes blanches. Aussi toutes celles qui sont blanches, quoiqu'elles aient été coulées en grosses gueuzes, ne peuvent être refondues, pour être coulées en ouvrages limables ; mais il ne feroit pas aussi juste de condamner les fontes blanches qui ont été coulées en plaques minces. Il peut y avoir de celles-ci qui sont de très-bonne qualité, & qui, malgré les apparences, sont de la nature des grises. Ces remarques ne sont guere nécessaires pour des Manufactures ; mais elles le sont, pour la Physique de notre Art, & peuvent l'être pour les Ouvriers ordinaires. Si ces derniers ont acheté de vieilles marmites pour les refondre, il leur arrivera de trouver une portion de la même marmite, qui aura la couleur & la grainure de la meilleure qualité, pendant que les autres portions seront blanches & très-dures : ce qui sera blanc, étant refondu, peut être coulé doux & gris comme le reste.

Il peut de même y avoir de grandes plaques de fonte blanche, qui ne tiennent à du gris nulle part, & qui étant fondues, soit dans la poudre de charbon, soit dans le mélange de cette poudre & de celle d'os, deviendront douces. Il y a une maniere de reconnoître la qualité de ces fontes blanches, de les distinguer des autres. Il n'y a qu'à essayer, si on peut les radoucir promptement. L'essai en est aisé à faire, en les recuisant immédiatement au feu de la forge. La fonte blanche qui s'adoucira vîte, peut être fondue douce ; mais celle qui soutiendra une chaleur plus longue, sans devenir grise & grainée, sera de nature à sortir dure du creuset, où elle aura été fondue.

Non-seulement on peut, par les recuits, juger si des fontes blanches sont propres à être coulées douces ; mais les recuits peuvent donner la disposition à l'être à celle à qui il en manque peu. Ces derniers recuits : pour être bons, ne doivent être faits que dans la seule poudre de charbon. Après tout, il feroit très-inutile de nous arrêter aux manieres de rendre de la fonte propre à être fondue

fondue douce, par des recuits, qui coûtent toujours des soins & des frais, pendant qu'on en peut avoir qui est telle naturellement.

Je ne dois pas pourtant me dispenser de parler d'une sorte de fonte blanche, qui, quelques recuits que j'aie tentés, quelque chose que j'aie faite, a toujours été coulée très-dure. Elle n'a pas de caractère assez marqué pour se faire distinguer de celles qui réussiroient tout autrement. C'est, & je lui en donnerai toujours les noms dans la suite, de la fonte blanche de plusieurs fusions, ou de la fonte blanche par art : je veux dire que ce genre est composé de fontes, qui, étant sorties, ou blanches, ou grises du fourneau, où la mine de fer a été fondue, ont depuis été refondues une ou plusieurs fois, ou tenues liquides pendant du temps. Il n'y a guere que des yeux très-accoutumés à les voir, qui puissent ne les pas confondre avec celles qui sont sorties blanches du fourneau : leur tissure paroît pourtant plus compacte que celle de ces dernieres. Il sera rare de trouver de cette espece de fonte ailleurs que chez les Ouvriers mêmes qui s'occupent actuellement à mouler le fer, & ils n'en auront que ce qui leur viendra des ouvrages manqués, ou de ce qui sera resté dans les creusets. La quantité de cette espece de fonte ne sera jamais comparable à celle des autres. Les Ouvriers même qui chercheront à couler doux, comme on le cherchera apparemment à l'avenir, n'auront presque point de cette fonte. Nous en faisons une classe à part, & elle le mérite par la propriété singuliere qu'elle a de ne pouvoir être coulée douce, au moins par les moyens qui font le mieux réussir les autres fontes blanches.

Ce phénomene est un de ceux qui méritent d'être remarqués dans notre Art. Si je prends une fonte grise, quelle que soit la qualité de cette fonte, & que je la fonde seule dans un creuset, je la rends blanche, si je la tiens liquide pendant un certain temps qui, dans de petits creusets, n'a jamais besoin d'aller à une demi-heure ; si après cette premiere fusion, il lui étoit resté en quelqu'endroit une nuance de gris, je n'ai qu'à la refondre, & elle deviendra parfaitement blanche. Cette fonte qui a été ainsi refondue peut être adoucie, comme nous l'avons expliqué en tant d'endroits. En l'adoucissant, je la fais passer successivement par différentes nuances de gris : qu'on la prenne lorsqu'elle est venue à la nuance de laquelle que ce soit des fontes naturellement grises ; qu'alors on la mette dans un creuset au milieu des mélanges de poudre d'os & de charbon ; & qu'on l'y fonde : on aura beau la faire couler dans l'instant même où elle a été rendue liquide, elle sera blanche, comme elle l'étoit la premiere fois.

J'ai voulu voir si ce n'étoit point que cette espece de fonte demandât des doses de charbons ou d'os, différentes de celles que veulent les autres fontes. Je l'ai donc fondue dans les os seuls, dans le charbon seul, & dans des mélanges de ces deux matieres faits en différentes proportions, où tantôt l'une dominoit & tantôt l'autre, & ç'a toujours été avec le même succès.

Ce qu'on peut avoir de fonte de cette espece dans un attelier, ne sera pourtant pas de la fonte inutile à ceux qui voudront couler doux ; il reste un moyen d'en faire usage. Pour cela il faut toujours commencer par l'adoucir, & la très-bien adoucir. On mêlera cette fonte adoucie, avec de la fonte naturellement grise qu'on fondra comme nous l'avons enseigné. Seulement faut-il prendre garde à ne pas mêler la fonte blanche de plusieurs fusions en trop grande proportion avec la fonte grise. J'ai fondu d'abord trois parties de fonte blanche adoucie avec une partie de fonte grise naturellement. Dans la composition faite des parties égales, os & charbon, la fonte composée qui en est venue, a été très-blanche. La fonte blanche adoucie & fondue seulement à partie égale avec la fonte grise, a donné une fonte grise, d'un gris assez blanc, mais aussi médiocrement limable. Mais deux parties de fonte grise, & une de fonte blanche adoucie, m'ont paru une dose sûre qui donne de belle fonte grise & assez limable.

Afin que le mélange de ces deux fontes se fasse plus parfaitement dans le creuset, il faut y mettre alternativement des lits de fonte blanche, & des lits de fonte grise.

Au reste, c'est toujours la fonte blanche adoucie, & très-bien adoucie, que je mêle avec la grise : car si c'étoit de la fonte blanche non adoucie, la fonte grise n'en pourroit porter qu'une très-petite quantité.

Toute fonte blanche par art, n'est pourtant pas si peu traitable, lorsqu'elle n'a souffert qu'une seule fusion : quand elle est venue d'une fonte douce, elle conserve encore quelque temps de la disposition à redevenir douce.

J'ai fondu de la fonte grise très-douce ; je l'ai tenue en fusion jusqu'à ce qu'elle ait eu pris le blanc. J'ai fait adoucir cette fonte blanche dont je connoissois l'origine ; adoucie, je l'ai fait fondre dans le mélange d'os & de charbon ; & j'en ai eu une fonte très-grise & très-limable. J'ai fait aussi la même expérience sur des fontes de seconde fusion, dont l'origine ne m'étoit pas connue, mais qui en avoient apparemment une bonne.

Mais si cette fonte blanche eût été encore mise en fusion une ou deux fois, ou si cette fonte fût venue d'une fonte naturellement blanche ; inutilement tenteroit-on de l'adoucir par

recuits ; quelque adoucie qu'elle fût, dès qu'elle auroit été rendue coulante, elle auroit repris sa premiere dureté.

La physique de ces phénomenes ne sçauroit manquer d'être intéressante ; mais elle ne peut être bien expliquée que par les expériences qui feront la matiere des Mémoires suivants.

Quoique les fontes blanches de plusieurs fusions fondues dans la même composition d'où les fontes grises sortent douces, en sortissent dures ; je ne me suis pas cru dispensé de tenter de les fondre dans des compositions mêmes qui ne sont pas favorables aux autres. Il n'étoit pas prouvé que leur différente tissure ne demandât pas d'autres mélanges ; mais toutes ces tentatives ont été inutiles : en voici les principales.

1°. Elles ont été fondues dans deux parties de suie, une de charbon, & une de sel marin, & sont restées blanches, coulées après une demi-heure & une heure de feu.

2°. Notre fonte blanche adoucie a été fondue dans os & charbon. On y a jetté du sel de soude à trois différentes reprises ; elle est toujours venue blanche.

3°. Elle a été fondue étant très-adoucie avec de la suie.

4°. Elle a été fondue dans du charbon de corne ; elle est sortie dure & blanche de ces deux creusets.

5°. La même fonte a été fondue avec un mélange de poudre d'os & de charbon auquel j'avois fait ajouter du sublimé corrosif. J'avois lieu d'attendre que cette derniere matiere opéreroit quelque chose. La fonte est cependant restée très-dure après la fusion.

Nous ajouterons encore une remarque sur le caractere des fontes blanches. C'est que celles de plusieurs fusions sont certainement plus aisées à fondre que les fontes grises. Il ne nous a pas été si aisé de démêler si les fontes naturellement blanches, le sont de même : mais l'analogie conduit à le penser. Cette observation rend raison d'un phénomene qui m'a quelquefois dérouté : quand on tient de la fonte en fusion, s'il y en a qui doive sortir douce, c'est celle qu'on en tire la premiere, puisque nous avons fait remarquer que le feu continué lui ôte sa disposition à être douce. Cependant dans quelques circonstances, il m'est arrivé tout au contraire, de tirer d'un creuset de la fonte blanche & dure, & un quart-d'heure après, d'en tirer du même creuset de la grise & douce.

Ceci ne m'est arrivé que dans des temps où je ne sçavois pas assez le choix qu'il falloit faire des fontes, & dans des cas où j'en avois jetté dans le creuset des morceaux de différentes qualités. La fonte blanche fondue la premiere, en sortoit blanche & dure ; & ce qui restoit à fondre dans le creuset, qui étoit la fonte grise, m'en donnoit ensuite de douce. Aussi depuis que j'ai été mieux instruit, ayant mis dans un creuset, & avec connoissance, de la fonte grise & de la fonte blanche, j'ai d'abord tiré de la fonte blanche, & ensuite de la fonte grise : celle qui a coulé d'abord est sortie avant que l'autre fût en fusion. Autrefois cela m'étoit arrivé dans une même circonstance plus embarrassante, sur le même morceau de marmite ; mais j'ai observé dans la suite, que cette marmite étoit partie grise & partie blanche, & apparemment que le morceau jetté dans le creuset étoit de cette qualité.

Fin du second Mémoire.





TROISIEME MEMOIRE.

Que les fontes coulées douces selon les procédés des Mémoires précédents, ont quelquefois le défaut d'être trop grises : moyen de corriger ce défaut, & de leur donner la couleur des ouvrages de fer les plus blancs : comment de la fonte grise & douce peut dans l'instant être rendue blanche & dure.

Nous avons commencé par chercher à conserver aux fontes, pendant une seconde fusion, la douceur qu'elles avoient naturellemeut, ou celle qu'elles avoient acquise dans les recuits. Les Mémoires précédents en ont donné les moyens ; c'est déja beaucoup : mais il restoit encore quelque chose à trouver. Les fontes qui sont grises naturellement, pechent par leur couleur : il est vrai qu'après avoir été refondues, elles ne sont ni aussi grises ni aussi ternes qu'elles l'étoient en sortant du fourneau ; elles sont même d'une meilleure tissure, plus égale, mieux grainé. Mais il y a des fontes, & de très-bonne qualité, qui, quoique refondues, restent beaucoup trop grises. Ce qui restoit à trouver, étoit donc le moyen de couler des fontes de telle qualité, que les ouvrages en sortant du moule, eussent non-seulement la douceur de ceux qui ont été bien adoucis, mais aussi qu'ils pussent prendre à peu-près la même couleur & le même poli lorsqu'ils auroient été travaillés.

Pour y parvenir, il a fallu encore tenter différentes manieres de faire usage des souffres & des sels : on les voit reparoître bien souvent ; mais puisque la Nature les fait entrer dans la composition des métaux, nous ne pouvons imiter ses procédés, qu'en tâchant de les employer comme elle le fait pour varier leurs propriétés.

La méthode par où je devois commencer m'a paru être de tenir en fusion de la fonte naturellement douce, ou douce par art, au milieu de notre poudre composée d'os, & de charbon ; de tirer de ce creuset un peu de cette fonte liquide qui feroit un échantillon par où je jugerois à quel point celle qui étoit restée dans le creuset étoit douce & grise ; que je devois ensuite jetter quelque ingrédient dans le creuset, d'où retirant de la fonte quelque temps après, je me trouverois en état de voir si cet ingrédient y auroit produit quelque changement par la comparaison que j'en ferois avec l'échantillon qui auroit été tiré d'abord. J'ai cru aussi qu'il falloit retirer de la fonte de ce creuset à différentes reprises, pour s'assurer si cet ingrédient ne produiroit pas, dans un temps plus long, un effet qu'il n'auroit pas produit dans un plus court. C'est-là le détail de la manœuvre que j'ai pratiquée dans toutes les expériences suivantes.

1°. Du salpêtre jetté dans le creuset, où la fonte étoit en fusion, n'y a produit aucun changement sensible ; elle est restée douce & grise, autant que celle de l'échantillon.

2°. Du sel de soude n'y a rien opéré de plus ; mais ce qui est à remarquer, c'est que le salpêtre qui épaissit si subitement la fonte liquide, lorsqu'il a été jetté sur cette fonte seule, ne lui a ici rien fait perdre de sa fluidité ; il a pourtant fusé à l'ordinaire. Le sel de soude a occasionné divers jets de flamme. Ici le charbon mêlé avec la poudre d'os, a fourni à toutes ces flammes ; elles n'ont point consumé la partie huileuse du fer ; il y en avoit de plus à portée. La fonte n'a donc dû rien perdre de sa fluidité, si elle la tient de sa partie huileuse.

3°. Le sel marin a produit un peu plus de changement. J'ai jetté de ce sel, & de même de tous les autres à différentes reprises ; la fonte qui avoit été tirée du creuset après que la premiere dose de sel y a été jettée, avoit la couleur grise de celle de l'échantillon. Mais celle qui a été tirée, après une seconde dose de sel, quoique grise & limable, a paru plus brillante dans les endroits limés, que ne l'est la fonte qui a le même gris. Peut-être aussi étoit-elle plus dure.

Le sel marin m'a ici fait voir un phénomene nouveau. Il est sorti plus de flammes, & des flammes plus considérables du creuset où il a été jetté, qu'il n'en est sorti de celui où le sel de soude a été jetté. Il semble que le sel marin ait donné occasion au charbon de s'enflammer ; car ce sel n'a rien fait de pareil lorsqu'il a été jetté, dans une autre expérience, sur la fonte qui étoit en fusion, sans être environnée de poudre de charbon & d'os. Les sels fixes ne seroient pas aussi peu propres à exciter l'inflammabilité qu'on l'a pensé, & peut-être n'y a-t-il pas aussi loin qu'on se l'imagine, du sel marin

au salpêtre : une autre expérience dont il n'est pas temps de parler, semble le prouver ; & les deux ensemble invitent à en faire d'autres sur cette matiere. Le sel marin jetté dans le creuset où la fonte est seule, répand d'épaisses vapeurs ; ne sont-ce point ces vapeurs qui enlevent & mettent en mouvement l'huile du charbon, & qui lui donnent occasion de s'enflammer ?

Quoique les expériences que nous parcourons, eussent été principalement faites dans la vûe de découvrir des moyens d'avoir de la fonte douce, & de meilleure qualité que ne le sont les fontes grises ordinaires, je les avois en même-temps regardées comme propres à nous donner des éclaircissements sur la nature de tout fer fondu ou autre ; depuis long-temps j'avois eu envie de pouvoir tenir en fusion, à mon gré, des fontes douces. Nous avons attribué la dureté de la fonte du fer & de l'acier, aux soufres, & aux sels indistinctement. Nous eussions bien voulu pouvoir faire le partage ; il m'a semblé que nous le pourrions, dès que nous aurions, en fusion, des fontes de la douceur desquelles nous serions certains.

Sur environ une ou deux livres de fonte grise en fusion, je jettai du soufre commun en poudre, plein une petite cuiller à caffé. Un instant après, je retirai du creuset de cette même fonte ; je la vis blanche, & aussi dure qu'aucune fonte que j'aie jamais essayée ; cependant elle étoit extrêmement grise un moment avant que le soufre y eût été jetté.

On connoît la composition du soufre commun, aussi-bien que celle d'aucun minéral ; on sçait du moins qu'il est un mixte dont la partie inflammable, le vrai soufre, n'est qu'une très-petite portion ; un acide de la nature de celui du vitriol domine dans ce mixte. Il s'agit de sçavoir si c'est par sa partie inflammable, qu'il a endurci si promptement notre fonte, ou si c'est par sa partie saline, ou si c'est par les deux ensemble, & cette question devenoit facile à décider ; car si la matiere inflammable, comme inflammable, donne de la dureté à notre fonte, si l'endurcissement n'est pas opéré par un acide analogue à l'acide vitriolique, du suif ou de l'huile jettés sur la fonte douce, ne manqueront pas de l'endurcir. Sur de la fonte grise & douce, je jettai donc à différentes fois du suif, & en quantité assez considérable : ce suif brûla sur la fonte, sans la rendre ni plus blanche ni plus grise.

J'éprouvai ensuite l'huile d'olives, comme j'avois éprouvé le soufre & le suif : cette huile laissa la fonte aussi douce qu'elle l'étoit.

Je jettai du savon sur de la même fonte ; nous avons vû ci-devant que le sel de soude n'a produit aucun effet en pareille circonstance, pour l'endurcissement de la fonte ; l'huile n'en a produit aucun seule : le mélange de ces deux matieres n'a pas plus opéré.

Il semble donc évident, que le soufre commun n'endurcit si considérablement & si promptement la fonte, que par le moyen de son acide, ou au moins à l'aide de son acide ; on auroit pû le démontrer en composant une espece de soufre commun, avec l'huile ou la graisse, & l'acide du soufre ordinaire, par les procédés enseignés par MM. Stahl & Geoffroy, & jettant de ce soufre sur la fonte en fusion ; il n'y a point lieu de douter que le soufre factice, dont la partie huileuse n'étoit pas capable d'endurcir la fonte, ne l'eût cependant endurcie. Mais une autre expérience plus simple épargne l'appareil de celle-ci : on sçait que l'acide du soufre & celui du vitriol sont les mêmes, mais engagés dans différentes matrices ; on doit donc attendre du vitriol le même effet que du soufre commun, par rapport à l'endurcissement de notre fonte, si cet endurcissement est opéré par l'acide. J'aurois toujours jetté du vitriol sur la fonte en fusion ; mais ici je l'y jette dans le dessein de confirmer les raisonnemens précédents ; j'en jettai donc peu, & ce peu fut suffisant pour donner à cette fonte grise & douce, la dureté & la blancheur que le soufre avoit donnée à l'autre.

On retrouve encore dans l'alun le même acide, que dans le vitriol & le soufre ; pour parfaite confirmation de l'effet de cet acide, l'alun devoit donc, comme le vitriol, donner subitement de la blancheur & de la dureté à notre fonte grise : c'est aussi ce qu'il a fait.

Il est donc clair que l'acide vitriolique donne la blancheur & la dureté au fer. Mais la donne-t-il par lui-même ? & est-ce en facilitant l'introduction de la matiere huileuse ? c'est la seule difficulté qui peut rester à résoudre, & que nous examinerons dans un autre Mémoire.

Pour revenir à nos essais, le borax a été le seul des autres sels que j'ai éprouvés, qui jetté sur la fonte en fusion dans notre mélange de poudre de charbon & d'os, ait, comme l'alun & le vitriol, donné de la blancheur à la fonte grise : mais il ne l'a pas donnée si subitement, & il n'a pas donné un si grand degré de blancheur & de dureté.

Dans la fonte grise mise en fusion, avec parties égales, os & charbon, on a jetté du sublimé corrosif ; elle est au moins restée grise, comme elle l'étoit auparavant : peut-être même l'est-elle venue davantage. Ainsi, le sublimé ne la rendurcit point, comme d'autres expériences l'ont fait voir ; il est un puissant fondant du fer ; il peut être employé avec succès, lorsqu'on se servira de fontes difficiles à conserver douces pendant la fusion.

Le

Le gypse que j'ai essayé encore, parce que j'avois vû tant d'autres fois qu'il agit puissamment sur le fer, n'a produit ici aucun effet.

Enfin, tout ce que j'ai tenté en jettant sur de la fonte grise & douce en fusion quelqu'ingrédient, n'a rien opéré pour la rendre de meilleure qualité, si on en excepte le sel marin qui a paru produire quelque bon effet : mais nous avons vû que le vitriol, l'alun, sont très-nuisibles dans cette circonstance ; qu'ils la rendent dure & blanche sur le champ.

Le premier Mémoire de cette troisieme Partie, a donné le détail des expériences, où on a jetté quelque sel, ou autre ingrédient, sur de la fonte en fusion dans un creuset, où elle avoit été mise seule. 2°. Nous venons de parler de l'effet des mêmes sels ou ingrédients, jettés dans de la fonte fondue au milieu d'un mélange d'os & de charbon. 3°. Il nous reste à dire ce que nous avons tenté en faisant fondre la fonte avec le sel même : 1°. Nous avons mis dans un creuset cinq onces de fonte grise, & en même-temps deux gros de vitriol ; 2°. dans un autre creuset, le même poids de la même fonte, avec deux gros d'alun ; 3°. dans un autre, le même poids de la même fonte, & deux gros de sel marin ; 4°. dans un autre, le même poids de la même fonte, & deux gros de sel de soude ; 5°. dans un autre, le même poids de la même fonte, & deux gros de borax. La fonte de tous ces essais est sortie très-dure & très-blanche, quoiqu'elle eût été mise dans le creuset très-grise & très-douce.

Pour varier les manieres d'éprouver l'effet des sels sur la fonte, autant qu'elles le pouvoient être, la seule qui me restoit, étoit de mêler chaque sel en particulier, soit avec la poudre de charbon seule, soit avec la poudre composée de charbon & d'os, & de faire fondre notre métal au milieu de cette nouvelle composition : les expériences, ainsi retournées, ne sembloient pas beaucoup promettre ; mais cela même fortifiera ce que nous avons avancé tant de fois, qu'on ne sçauroit trop les retourner, que l'on ne doit se passer aucune négligence en ce genre. La premiere de ces nouvelles épreuves fut faite avec l'alun : j'en mêlai deux gros avec demi-once de charbon ; je mis ce mélange dans un creuset, & au milieu du mélange une once de fonte grise. Si j'eusse eu à prédire le succès de cette épreuve, j'eusse cru devoir annoncer qu'il sortiroit du creuset une fonte très-blanche & très-dure, l'alun, en toute autre circonstance, avoit toujours donné à la fonte, le plus grand dégré de dureté ; cependant après lui avoir fait soutenir le feu pendant une demi-heure, je la trouvai, à mon grand étonnement, très-limable. Mais ce qui me surprit le plus, c'est que cette fonte très-aisée à limer, très-aisée à percer, avoit la blancheur & l'éclat des fontes les plus parfaites : en un mot, cette fonte si douce avoit précisément la couleur que j'avois cherché à lui donner par toutes les expériences dont il a été fait mention jusqu'ici.

Je n'ai pas manqué de répéter cette derniere, sur une quantité de fonte plus considérable, & ç'a toujours été avec le même succès. J'en ai fait d'autres, où j'ai varié les doses de l'alun, par rapport à celles du charbon ; & d'autres où j'ai aussi mêlé l'alun en différentes doses, avec la poudre composée d'os & de charbon : le résultat de toutes a été que l'alun, ainsi employé, donne de la blancheur à la fonte, qui la met en état de paroître brillante après qu'elle aura été limée.

Si pourtant on outroit la dose de ce sel ; au lieu d'une fonte douce, on en auroit une très-dure. Je voudrois fort prescrire les bornes dans lesquelles on doit la renfermer : mais cela ne me paroît nullement possible. Selon que les fontes sont naturellement plus douces, ou qu'elles ont moins de disposition à s'endurcir, on pourra les fondre avec une plus grande quantité d'alun. La premiere expérience donne un exemple d'une des proportions dans lesquelles on peut mêler ce sel. Il sera aisé de s'assurer par des expériences en petit, si elle conviendra aux fontes qu'on veut jetter en moule ; mais si on commence les essais sur des ouvrages, il sera prudent de pécher plutôt par le trop peu, que par le trop ; on aura toujours un ouvrage limable : s'il n'a pas une couleur assez vive & assez blanche, on ajoutera du sel dans la composition qu'on fondra dans la suite pour en couler de semblables ouvrages.

Quand nous disons que les fontes que ce procédé nous donne, ont de la blancheur, nous ne voulons pas faire entendre qu'elles en ont une semblable à celle des fontes blanches ; elles ont aussi une tissure toute différente. Leur cassure paroît grainée à grains fins, bien détachés, égaux, & d'une couleur d'un gris léger ; en un mot, cette cassure est semblable à celle de quelques aciers trempés : aussi dès qu'elle a été limée, paroît-elle avec le blanc & le brillant des plus beaux aciers.

Quoique l'alun qui a été jetté sur de la fonte grise tenue en fusion, soit au milieu de la poudre de charbon, soit au milieu de celle d'os & de charbon, l'ait soudainement rendue dure ; il semble suivre des dernieres expériences, que si on ne jettoit sur cette fonte une très-petite quantité d'alun, on pourroit lui ôter de sa couleur grise, sans lui faire perdre sa douceur. Mais cette expérience seroit toujours fort incertaine ; quelque peu de poudre qu'on jettât dans le creuset, elle se trouveroit en trop

grande quantité, par rapport aux endroits de la fonte qu'elle toucheroit, parce qu'il seroit impossible de mêler assez bien cette poudre. Quand heureusement on réussiroit quelquefois par ce moyen, on ne devroit jamais y avoir recours dans la pratique; il exposeroit à trop de variétés.

Le succès qu'à eu la fonte rendue fluide dans la poudre composée d'alun & de charbon, ou d'alun, de charbon & d'os, qui est même celle qu'il faut prendre par préférence; ce succès, dis-je, ne permettroit pas de douter que le vitriol ne pût être substitué à l'autre sel: il le peut aussi. J'ai fait beaucoup d'expériences pour comparer leurs effets; si l'un des deux a paru mériter quelque préférence, ç'a été l'alun. Ordinairement la fonte a été conservée plus long-temps douce dans la composition où il est entré, que dans celle où est entré le vitriol: d'ailleurs, l'alun est à meilleur marché, autre raison de le faire préférer.

Le borax me parut aussi mériter d'être éprouvé, puisqu'il avoit produit le même effet que l'alun & le vitriol, quoique plus foiblement, lorsqu'il avoit été jetté sur la fonte grise en fusion. Cependant, lorsque je l'ai fait entrer dans la composition de la poudre dans laquelle la fonte a été fondue, cette fonte s'est toujours trouvée très-dure & très-blanche, quoique tenue peu de temps en fusion.

J'ai aussi mêlé le sel marin, avec cette poudre; j'y ai mêlé aussi du sel de soude. La fonte qui a été fondue dans l'une & l'autre de ces compositions, a sensiblement conservé sa couleur grise; peut-être pourtant que le sel marin l'a rendue un peu plus blanche, sans lui ôter de sa douceur.

J'ai fondu de notre fonte grise, & trop grise dans une composition propre à convertir le fer en acier; elle étoit faite de deux parties de suie, de deux parties de charbon & d'une partie de sel marin. Après qu'elle a été tirée du creuset, je l'ai trouvé très-limable; & les endroits limés ont été blancs & brillants. La composition à alun m'a pourtant paru faire mieux: d'ailleurs, lorsque j'ai réitéré l'usage de cette composition, j'ai trouvé que la fonte s'y endurcit plutôt qu'elle ne s'endurcit dans celle dont l'alun fait partie.

Quoique le fer fondu forgeable ne soit plus fusible étant seul, il peut être fondu avec le secours de divers fondants, & la fonte même peut lui en tenir lieu. Du fer devenu forgeable mêlé avec de la fonte, semble devoir composer une nouvelle fonte, qui, refroidie, sera plus limable, aura plus de corps, & une plus belle couleur que la fonte grise ordinaire; cette idée est si vraisemblable, que quoique le fer mêlé avec la fonte m'eût déja mal réussi dans les expériences du premier Mémoire de cette troisieme Partie, je n'ai pas cru qu'il fallût renoncer à de nouvelles épreuves. Dans les autres, la fonte & le fer étoient dans un creuset où je n'avois mis aucune composition; je ne connoissois pas pour lors la nécessité de la composition, ou plutôt la nécessité de la poudre de charbon pour empêcher le fer de se brûler avant de fondre. J'ai donc recommencé les épreuves: j'ai mis dans un creuset un mélange égal de poudre d'os & de charbon, & j'ai fait entrer dans cette poudre composée, des fragmens de fonte très-grise & de la limaille de fer. Le tout a été parfaitement mêlé, sçavoir deux parties de fonte grise & une partie de limaille. L'expérience a été répétée bien des fois; la fusion a toujours été longue à se faire: la fonte qui seule eût été liquide en moins d'une demi-heure, mêlée avec le fer, n'a été en liqueur qu'au bout de deux heures; & cette liqueur refroidie a toujours été une fonte dure & blanche.

Au lieu de la poudre composée d'os & de charbon, j'ai pris ensuite la poudre de charbon seule, & j'y ai mis de même deux parties de fonte & une partie de limaille; la fusion a été faite plus promptement. Mais la fonte qui a été tirée en différents temps, a toujours été blanche & dure.

Quatre parties de fonte grise fondues dans le charbon avec une seule partie de limaille ont été encore fondues plus vîte: après une demi-heure de feu, j'ai retiré de la fonte grise; mais celle qui a été retirée après étoit blanche, probablement le fer n'étoit pas encore fondu lorsque la premiere a été tirée, & c'est pour cela qu'elle étoit grise; la seconde étoit blanche, parce que la limaille fondue en faisoit partie.

De même dans une autre expérience où j'ai fondu quatre parties de fonte grise avec une de limaille de fer dans une composition faite d'une partie d'os, une partie de charbon & $\frac{1}{4}$ d'une de ces parties de vitriol, j'ai coulé de la fonte grise après une demi-heure de feu, & la fonte étoit blanche après une heure de ce feu.

Il paroît par ces expériences que le fer forgeable mis en fusion non-seulement devient une fonte blanche dure, mais devient une fonte de telle qualité que peu suffit pour durcir celle qui eût été douce. Au reste, par le poids de la fonte retirée des creusets, je me suis toujours assuré que le fer avoit été fondu dans les expériences que je viens de rapporter.

Quoi qu'il en soit des différents moyens par lesquels on pourroit rendre la fonte d'une belle couleur, en lui conservant la propriété d'être limable; il ne paroît pas qu'on doive songer à recourir à d'autres matieres que l'alun, puisqu'il fait très-bien, & qu'il est à bon marché. Nous ajouterons seulement une

remarque qui conduira à l'employer sans risque. Si on jette un morceau d'alun, ou une petite masse de poudre d'alun dans de la fonte qui est fluide au milieu même de la composition d'os & de charbon, on ôte soudainement à cette fonte la disposition qu'elle avoit d'être limable. Si au contraire cette fonte a été rendue liquide au milieu d'une composition où l'alun en poudre avoit été bien mêlé, la fonte n'en devient pas moins limable. Ici l'alun mêlé par plus petites parties, & qui par-tout est environné de poudre de charbon, ne peut pas produire de mauvais effet. Ainsi il m'a semblé que si de la fonte ayant été mise en fusion au milieu de la poudre de charbon, & de la poudre composée de charbon & d'os, on jettoit dessus une autre poudre où l'alun fût bien mélangé avec le charbon, alors on pourroit donner de la blancheur à la fonte, sans courir trop risque de l'endurcir ; l'expérience m'a fait voir que mon idée étoit vraie, & nous en pouvons tirer la regle la plus commode pour conduire dans la fusion des fontes. On se contentera de mettre dans le creuset, une poudre composée d'os & de charbon, & en assez grande quantité pour couvrir toute la fonte : dès que la fonte y aura été entiérement fondue, on en retirera un peu du creuset avec une cuiller de fer ; on la laissera refroidir doucement : alors on examinera sa couleur ; si elle paroît trop brune, on jettera dans le creuset de la composition faite avec l'alun & le charbon : quelques minutes après on retirera un second essai de fonte qui fera connoître le changement de couleur qui s'est fait ; s'il ne paroît pas suffisant, on jettera de nouvelle composition à alun, & ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on soit parvenu à un essai de la couleur duquel on soit satisfait.

Fin du troisieme Mémoire.



QUATRIEME MEMOIRE.

Précaution essentielle avec laquelle la fonte douce demande à être jettée en moule: que la fonte blanche est de la fonte trempée ; mais que certaines fontes ont plus de disposition à prendre la trempe que les autres: avantages des chassis de fer.

TOUT semble fait, du moins tout me le paroissoit, lorsqu'on est parvenu à avoir de la fonte, qui étant tirée du creuset où elle a été fondue, est aussi douce & aussi belle qu'on peut la desirer. Nos Mémoires précédents nous en ont appris les moyens, que peut-il rester à faire que de jetter cette fonte en moule, comme on jette celle des autres métaux? Je le pensai ainsi, & je ne m'avisai de songer à en remplir des moules que quand j'eus entiérement découvert les procédés qui la donnent douce & belle; alors ne soupçonnant pas même qu'on dût être inquiet sur le succès, je fis verser de cette fonte dans des moules préparés: à peine eus-je fait essayer de limer les ouvrages minces qui en furent tirés, que je trouvai le plus rude comme le plus inattendu mécompte: tout étoit dur; la lime n'avoit aucune prise sur les ouvrages; enfin les ayant cassés, les cassures me montrerent dans la plûpart des endroits de la fonte la plus blanche, de la moins grainée & de la plus dure: au moins la couche extérieure étoit telle par-tout. Dans un instant, en entrant dans le moule, ma fonte grise & douce, avoit donc été transformée en fonte blanche & dure. Je ne pouvois douter que cette fonte, avant d'être entrée dans le moule, ne fût de nature à être douce: j'en avois fait tirer du creuset dans l'instant qui avoit précédé celui où elle avoit été coulée; j'en avois même fait verser un peu dans un autre creuset voisin du fourneau; l'une & l'autre avoient été trouvées douces.

Dans nos matieres de physique, les événements imprévus, quelqu'opposés qu'ils soient à ce qu'on s'étoit promis, ne doivent point allarmer quand on a le courage d'y chercher des remedes: on doit même les voir avec plaisir; ils nous mettent ordinairement sur une nouvelle voie d'acquérir des connoissances. Un peu de soufre, un peu de vitriol, un peu d'alun, peuvent sur le champ métamorphoser la fonte douce en fonte dure (1). Ces faits connus, il étoit naturel de penser que le sable où la fonte avoit été moulée, tenoit quelque chose d'analogue à ces matieres. Je fis donc jetter de la fonte douce dans diverses autres especes de sables & de terres, dont les unes sont actuellement employées à mouler dans quelques pays, & dont les autres ne servent pas à cet usage; la fonte sortit dure & blanche, au moins en partie, de tant de différents moules. Toutes les especes de terre & de sable auroient-elles eu de ces soufres & de ces sels nuisibles? Il n'étoit pas naturel de le penser. Je fis ensuite couler de la même fonte entre des lames de fer, & entre des pieces de bois qui formoient des especes de moules; la réussite fut la même qu'elle avoit été dans les moules de sable ou de terre. Au lieu de former mes moules, de faire remplir les chassis, avec de la terre & du sable, je les fis remplir de poudre d'os, de charbon pur, de charbon mêlé avec la poudre d'os; de craie, de chaux, de sable à Fondeur mêlé avec la poudre d'os & la poudre de charbon dans quelques-unes de ces expériences; une plus grande partie de la fonte se trouva douce. Mais elle ne se trouva pas douce en entier: les endroits minces furent toujours extrêmement durs; & c'en étoit assez pour rendre inutiles nos recherches précédentes. A quoi avoir recours pour empêcher la fonte de prendre une qualité si différente de celle qu'elle avoit en sortant du creuset?

Une autre cause à laquelle j'attribuai cet effet si subit, fut que les moules étoient trop froids ou trop humides. Les Fondeurs font sécher & chauffer ceux dans lesquels ils veulent couler du métal. Je fis sécher & chauffer ceux dont je voulois me servir, autant & même beaucoup plus que les Fondeurs ne le font ordinairement. Souvent ils étoient si chauds, qu'on ne pouvoit tenir la main dessus pendant un instant: ma fonte grise y devenoit cependant dure & blanche. De cette même fonte qui prenoit de la dureté dès qu'elle étoit entrée dans le moule, que j'en fisse jetter dans un creuset médiocrement chaud, & même froid, que j'en fisse jetter sur une couche de sable, pareil

(1) *Voyez* ci-dessus troisieme Partie, troisieme Mémoire, page 75.

à celui

à celui dont les moules avoient été faits: la fonte jettée ſur ce ſable ſec, ou jettée ſur ce ſable même humide & froid ; de la fonte même tombée à terre ſe trouvoit douce & griſe, & cela conſtamment : & cette fonte coulée entre deux plaques de terre cuite appliquées l'une contre l'autre y devenoit dure & blanche, quoique ces plaques fuſſent de la même terre que le creuſet, où étant verſée elle ſe trouvoit douce.

Il ſembloit que la fonte la plus douce ne pouvoit permettre qu'on la renfermât dans un moule;que dès qu'elle étoit conduite par une petite ouverture dans une cavité cloſe, elle s'y rendurciſſoit. Quand l'entrée du moule étoit large, que le jet ſe trouvoit gros, toute la partie de ce jet qui étoit la plus proche de l'embouchure, étoit très-douce & très-griſe : devoit-on attribuer cet effet à l'air qu'elle rencontroit dans ſon chemin? On auroit pû imaginer encore qu'il s'échappe continuellement des vapeurs, ſoit ſulphureuſes, ſoit ſalines, de la fonte qui eſt fluide, qu'elle reſte douce lorſque ces vapeurs ont eu la facilité de ſe diſſiper ; mais que ſi elles ne peuvent en ſortir, ou que quelque circonſtance les contraigne d'y rentrer, elles laiſſent à la fonte ſa dureté, ou elles la rendurciſſent. De pareilles vapeurs pourroient n'avoir pas une libre circulation dans un moule, comme elles l'ont lorſque la fonte eſt coulée ſur une ſimple couche de ſable, ou dans un creuſet, ou même à terre. Je multipliai les évents des moules, afin de donner à l'air & aux vapeurs plus de liberté pour ſortir ; & cet expédient ne produiſit nul effet.

Tout pourtant bien expérimenté & bien conſidéré, je vis qu'il falloit abandonner ces dernieres idées, & je penſai que je devois revenir à une des premieres; que ce phénomene ne pouvoit être attribué qu'au peu de chaleur des moules; que quoique je leur en fiſſe prendre bien davantage que n'en ont ceux où les Fondeurs coulent le cuivre & l'argent, ce n'étoit pas une preuve que je leur en donnaſſe aſſez : ces derniers métaux ne ſont pas ſuſceptibles de la trempe, comme le fer l'eſt en certains états. Je crus donc que la fonte ſe trempoit dans les moules ; & cette idée étoit la vraie, quoiqu'elle parût fortement combattue par les expériences où la fonte s'étoit trouvée douce, quoiqu'elle eût été jettée dans des creuſets froids, ſur du ſable froid, ou même qu'elle eût été verſée par terre : ces expériences ne me ſemblerent que des objections, qui pouvoient être éclaircies.

Pour avoir preuve que la fonte douce & griſe pouvoit devenir parfaitement ſemblable à la fonte la plus blanche, par l'effet de la trempe ; je verſai dans de l'eau de la fonte liquide, qui eût été très-griſe & très-douce, ſi elle ſe fût refroidie, expoſée à l'air libre ; tirée de l'eau, elle ne parut en rien différente de ces fontes blanches, que nous avons nommées de pluſieurs fuſions, ou blanches par art.

Celui des Mémoires de l'Art de convertir le fer en acier, où nous avons traité de la trempe aſſez au long, nous donnera à préſent bien des lumieres ; & en revanche, l'idée nouvelle que nous examinons, nous en donnera auſſi beaucoup ſur la trempe. Nous y avons vû que tremper l'acier, n'eſt que le refroidir ſubitement; que l'acier prend d'autant plus de dureté qu'il étoit plus chaud, lorſqu'il a été plongé dans l'eau ou dans toute autre liqueur ; que plus la liqueur eſt froide, plus elle peut faire d'effet ſur de l'acier trempé au même dégré de chaleur ; que ſi on ſe contente de chauffer de l'acier couleur de ceriſe, & qu'on le trempe dans l'eau bouillante, il ſortira limable, de cette trempe. Qu'on chauffe le même acier tout blanc, & qu'on le plonge dans l'eau bouillante, il en ſortira auſſi dur que s'il eût été trempé rouge dans l'eau froide. De la fonte en fuſion eſt échauffée bien par-delà le point où eſt échauffé l'acier qui eſt trempé le plus chaud ; donc, cette fonte peut être rendurcie par un dégré de froid, ou ſi l'on veut par un dégré de chaud, qui n'endurciroit pas l'acier. Si de l'eau bouillante peut tremper l'acier chauffé blanc, ſi elle eſt froide par rapport à cet acier, une liqueur capable de prendre un plus grand dégré de chaleur que l'eau, de l'huile bouillante, par exemple, pourra être froide pour la fonte en fuſion, & elle l'eſt réellement puiſque la fonte ſe fige dans cette huile. Mais ſi on n'aime pas à donner à l'huile bouillante l'épithete de froide, quoique le froid & le chaud ne ſoient que des termes relatifs : diſons que l'huile bouillante pourra tremper de la fonte en fuſion, comme l'eau bouillante trempe de l'acier chauffé blanc.

L'effet de la trempe peut être opéré par des corps ſolides, comme il le peut être par des liqueurs. Dans le Mémoire ſur les Trempes que nous avons cité ci-deſſus, nous avons fait voir qu'en enfonçant une pointe d'acier toute rouge dans le plomb, dans l'étain, dans l'antimoine, on la trempe. Tremper n'eſt que refroidir, arrêter le mouvement des parties ; plus ce mouvement eſt ſubitement arrêté, & plus l'effet eſt conſidérable. Le mercure trempe plus efficacement que l'eau froide; par cette raiſon, ne ſoyons donc point étonnés que le ſable qui eſt dans un moule puiſſe tremper de la fonte, & que le ſable étant plus ſolide que l'eau, il puiſſe même la tremper plus efficacement. Mais remarquons avec attention, que quand l'a-

cier ne demanderoit, pour être trempé, que le même dégré de froid ou de moins de chaleur dans le corps qui le touche, que celui que demande la fonte, il ne pourroit pas être trempé aussi efficacement par le sable; & cela parce que le sable composant une masse spongieuse, il ne s'applique pas exactement sur toute la surface d'un corps solide. Supposons, par exemple, que la somme des vuides que laissent les grains de sable entr'eux, est égale en volume à la somme des grains de sable pris ensemble; il est visible que l'acier enfoncé chaud dans ce sable, n'est pas refroidi aussi vîte qu'il le feroit, si les intervalles que laissent entr'eux les grains étoient remplis par une matiere semblable à celle des grains, ou par une autre aussi dense: il s'en faudra de moitié. Ménageons à présent, dans ce même sable, un creux, dont la capacité soit égale, semblable au volume du morceau d'acier que nous y avons fait entrer ci-devant; remplissons ce creux de fonte fluide: si nous y prenons bien garde, dans notre supposition de la somme des vuides que laissent les grains, égale à celle des pleins des grains, l'acier n'a été touché que par une moitié des grains qui n'ont pû toucher la fonte, & ne l'est pas à beaucoup-près, par la moitié de la surface de ces grains; la fonte en liqueur pénétre dans les intervalles que les grains laissent entr'eux; elle touche ces grains de toutes parts: Que *A*, *B*, *C*, soient trois grains de sable du moule, mais grossis dans cette figure; le grain *C* ménage un vuide entre les grains *A* & *B*. Le morceau d'acier *D*, ne fera presque touché qu'en deux points, par les grains froids *A* & *B*, & à peu-près de même par tous les grains du moule. La fonte qui coulera dans ce moule, pénétrera dans le vuide que laissent entr'eux ces grains; non-seulement elle touchera le grain *C*, mais elle s'appliquera contre la plus grande partie de la surface de ces trois grains; elle les touchera chacun en une infinité de points, au lieu que le morceau d'acier ne les touchoit presque qu'en deux points. A la vérité, le morceau de fonte aura plus de volume que le morceau d'acier, parce qu'il occupe des espaces que l'autre n'occupe point; mais le volume n'est par-là augmenté qu'imperceptiblement, pendant que les attouchements sont indéfiniment augmentés. C'est aussi cette augmentation des attouchements qui fait que l'eau trempe sur le champ un acier rouge qui ne feroit point, ou presque point trempé, étant enfoncé dans le sable, quoique le volume d'eau qui entoure l'acier ait moins de solidité, de masse, que celui du sable qui l'entoure. Si on coule de la fonte dans un creux au milieu de ce sable, sa fluidité met le sable en état d'agir sur cette fonte, comme la fluidité de l'eau met l'eau en état d'agir sur l'acier. Le corps qui trempe l'autre, doit le refroidir, arrêter le mouvement de ses parties; que ce soit le corps chaud qui aille s'appliquer contre celui qui est froid, ou que celui qui est froid vienne s'appliquer contre celui qui est chaud, l'effet n'en doit pas être différent.

Il résulte des remarques précédentes, que quand de la fonte en fusion ne feroit pas plus susceptible de la trempe que de l'acier rouge, cette fonte pourroit être trempée par le sable du moule, quoique ce sable ne pût faire d'impression sensible sur l'acier qu'on y feroit pénétrer; mais nous avons vû outre cela que la fonte liquide étant considérablement plus chaude que l'acier, quelque chaud qu'il soit, peut encore, par cette considération, être trempée par un corps ou un fluide qui seroit trop chaud pour tremper l'acier. C'est de ces principes très-clairs, que je crus devoir conclure que quand je chauffois mes moules autant & même davantage que les Fondeurs ne les chauffent ordinairement, je ne les chauffois pas encore assez; qu'ils devoient peut-être être extrêmement chauds pour être hors d'état de tremper la fonte; que si je les faisois rougir, j'en retirerois des ouvrages très-doux.

Les moules des Fondeurs ordinaires en sable, sont maintenus par des chassis de bois; si on vouloit extrêmement chauffer les moules, on brûleroit les chassis; j'en fis faire de fer, & j'avois proposé autrefois d'en faire de tels, par rapport à d'autres avantages. Je pus hardiment faire entourer les moules de charbons rouges; je les fis sécher eux-mêmes jusqu'à ce qu'ils eussent rougi. Dans ces moules rouges, je fis verser de la fonte douce; je laissai refroidir le moule avant de la retirer; & je trouvai, comme je l'avois espéré, des ouvrages très-bien venus, & parfaitement limables. Dans toutes les expériences que j'ai répétées, cette méthode a eu le même succès. Elle réussira toujours pourvû que les moules aient le dégré de chaleur que la fonte demande.

Il est donc certain que la fonte qui eût été douce & grise, si elle eût été coulée dans un moule chaud à un certain dégré, devient de la fonte blanche & intraitable, si elle est coulée dans un moule moins chaud où elle se fige plus promptement. Ainsi il paroît qu'en général de la fonte blanche est de la fonte trempée; c'est une nouvelle idée qui demandera à être plus développée. Remarquons encore que la parfaite analogie qui est entre nos fontes refroidies plus ou moins lentement, est entre les aciers trempés. Si on trempe le même acier successivement après lui avoir fait prendre différents dégrés de chaleur, il sera d'autant plus dur & plus blanc qu'il aura été trempé plus chaud; il sera gris, &

un peu limable, s'il avoit peu de chaleur lorſqu'il a été trempé.

Il nous reſte pourtant à lever quelques difficultés, fondées ſur des expériences qui ſe trouvent au commencement de ce Mémoire; ces expériences m'ont d'abord empêché de reconnoître que c'étoit à une ſorte de trempe que la fonte jettée en moule devoit ſa dureté; & elles pourroient encore faire peine à d'autres, malgré les derniers éclairciſſements. Nous avons vû que de la fonte verſée dans un creuſet froid, de la fonte jettée ſur du ſable froid, & même humide, eſt reſtée griſe & douce; là elle ne s'eſt point trempée; comment arrive-t-il qu'elle ſe trempe dans un moule chaud? Pour en appercevoir la cauſe, faiſons attention que la fonte coulée ſur une couche de ſable, ſur une plaque de terre, n'eſt touchée par ces matieres que d'un côté; ailleurs, elle eſt environnée d'air qui ayant peu de denſité, n'eſt pas capable de faire une impreſſion aſſez ſubite ſur notre fonte: nous ſçavons que le mercure trempe bien plus efficacement que l'eau, parce qu'il a plus de ſolidité. L'eau qui a plus de ſolidité que l'air, trempe conſidérablement, pendant que l'air ne trempe point; un morceau de fer eſt du temps à perdre la couleur que le feu lui a donnée, ſi on le laiſſe refroidir à l'air, & il la perd vîte ſi on le plonge dans l'eau.

La fonte douce qui a été coulée ſur une ſimple couche de ſable, ayant une partie conſidérable de ſa ſurface, qui n'eſt touchée que par l'air, qui prend bientôt un dégré de chaleur approchant de celui de la fonte, n'eſt donc pas en riſque d'être trempée, au moins de tous les côtés où l'air l'environne; ſi elle pouvoit l'être, ce ſeroit ſeulement du côté qui touche le ſable ou la terre; auſſi eſt-elle plus dure de ce côté-là que de l'autre, & quelquefois y eſt-elle trempée: mais il peut arriver, & il arrive ſouvent, qu'elle ne ſe trempe pas même de ce côté-là. Chauffez de l'acier trempé, & vous le détremperez. La ſurface de la fonte qui a touché le ſable, ſe trouve peut-être trempée dans le premier inſtant; mais concevons qu'enſuite elle a donné au ſable qui l'a trempée un certain dégré de chaleur qui le mettroit hors d'état de tremper une ſeconde fois la ſurface contre laquelle il eſt appliqué, ſi cette ſurface ſe trouvoit détrempée ſur le champ par un violent dégré de chaleur qui lui ſeroit communiqué: l'intérieur de la fonte, communique ce dégré de chaleur; il détrempe cette ſurface qui a d'abord été trempée, par l'attouchement du ſable, & elle reſte détrempée, ou ce qui eſt la même choſe, douce, parce que le ſable n'eſt plus en état de la tremper. Pour avoir un exemple très-ſenſible de tout ceci, on n'a qu'à plonger dans l'eau froide un morceau de fer tout rouge, & l'en retirer dès qu'il ſera devenu noir, ou peu après: dans l'inſtant qu'il en ſera ſorti, on pourra le toucher ſans riſque de ſe brûler; mais bientôt il n'en ſera plus de même: la chaleur que le centre a conſervée ſe communique de proche en proche; bientôt la ſurface qui étoit froide lorſqu'elle a été tirée de l'eau, ſe trouve très-chaude.

Quand nous regardions [1] les fontes blanches comme plus affinées que les griſes, c'étoit un phénomene embarraſſant que de voir ſortir d'un même moule des ouvrages dont l'intérieur étoit gris, & dont les premieres couches étoient blanches, de trouver conſtamment que tout ce qui étoit moulé mince, que tout ce qui avoit rempli les évents du moule, étoit de la fonte parfaitement blanche, pendant qu'il s'en trouvoit de la griſe mêlée dans les gros jets. Pour en rendre raiſon, nous imaginions que la fonte d'un même creuſet étoit inégalement affinée, ce qui étoit très-poſſible; mais quand nous venions à faire occuper préciſément certaines places à la fonte blanche, à la fonte que nous regardions comme la plus affinée, l'explication de ce fait devenoit forcée; nous pouvons lui en ſubſtituer une très-naturelle. Quelquefois toute la ſurface d'une piece ſe trouve blanche & dure, pendant que l'intérieur eſt gris & doux, parce que la ſurface extérieure a ſeule pû être trempée; la même choſe arriveroit à une barre d'acier épaiſſe qui ſeroit trempée médiocrement chaude; l'intérieur de cette barre ne prendroit pas de dureté par la trempe, ce qui a été moulé mince ſera blanc dans toute ſon épaiſſeur, parce que la trempe a pénétré juſqu'au centre de ces pieces minces. Le jet, & ſur-tout la partie du jet la plus proche de l'ouverture ſera plus ſouvent griſe & douce que ne le ſeroient des parties de même épaiſſeur renfermées dans le moule, parce que le jet du côté de l'ouverture du moule n'eſt touché que par l'air, qui ne peut pas autant pour le tremper que peut le ſable.

De-là ſe tire naturellement une conſéquence qui eſt une regle pour la pratique de notre Art. A fonte égale, plus les pieces qu'on veut jetter en fer ſont minces, & plus elles exigent que le moule ſoit chaud. Au contraire, des pieces épaiſſes peuvent ſortir douces d'un moule médiocrement chaud. Cela arrivera à des pieces qui ſont très-épaiſſes, autant & plus que ne le ſont des marteaux de porte.

Les pieces qui ſeront refroidies dans le moule même, n'en peuvent être que plus

(1) Premiere Edition de cet Art.

douces. Je ne vois pourtant nul inconvénient à les en tirer encore très-chaudes & même rouges ; l'air ordinaire, qui ne trempe pas de la fonte pendant qu'elle eſt fluide, la trempera beaucoup, quand elle aura pris une grande conſiſtance.

Puiſque la fonte griſe, dès qu'elle eſt trempée, devient de la fonte blanche ; il ſemble que les diſtinctions que nous avons faites juſqu'ici de ces fontes doivent s'évanouir ; que le blanc & le gris, le dur & le doux, ne ſont que des termes qui expriment les qualités de la fonte en deux états différents, tels que ceux de l'acier trempé & de l'acier non trempé : il ſembleroit même que tout ce que nous avons preſcrit pour adoucir la fonte avant de la mettre en fuſion, devient inutile ; car la fonte en fuſion eſt de la fonte bien détrempée : ſi cela eſt, pour la couler douce, il ſuffit de la couler dans des moules aſſez chauds. Cependant nos différences entre les eſpeces de fontes n'en ſubſiſtent pas moins ; le choix des fontes, ou les adouciſſements de celles qui ne ſont pas douces, ne laiſſeront pas d'être néceſſaires ; enfin, quoique les noms de fontes blanches, ou de fontes griſes, ſoient devenus un peu plus équivoques, nous les retiendrons, & nous devons les retenir pour déſigner des eſpeces réellement différentes entr'elles. Nos recherches, pour rendre la fonte propre à être coulée douce, nous ont fait voir cent & cent fois qu'il y a telle fonte en bain, qui étant tirée du creuſet dans une cuiller rouge, ou étant verſée dans un creuſet froid, & même à terre ; enfin, par-tout ailleurs que dans un moule, eſt griſe & douce ; il y a au contraire des fontes qui dans les mêmes circonſtances ſont blanches & dures, & tout le travail des premiers Mémoires de cette Partie a eu pour objet, de procurer des fontes de la premiere eſpece ; donc il y en a de réellement différentes par la diſpoſition qu'elles ont à devenir plus dures.

Je n'examine point actuellement la ſource de cette différence, il nous ſuffit de ſçavoir que celles qui n'auroient pû ſortir du creuſet que blanches, en ſortiront griſes, lorſqu'elles auront été recuites ; que les fontes au contraire qui auront été coulées griſes, ſortiront blanches, ſi elles ſont tenues trop long-temps au feu.

Nous ajouterons pourtant qu'au moyen des moules bien chauffés, il y a des fontes de bonne qualité qui pourront être coulées douces dans les moules ſans avoir beſoin même d'être fondues avec nos poudres de charbon & d'os. Mais revenons au caractere de nos fontes, & à la preuve de ce que nous venons de dire à l'avantage de quelques-unes.

Il eſt vrai qu'en général toute fonte qui ne ſera pas trempée peut être douce ; mais il eſt vrai auſſi qu'il y a des fontes qui ont une diſpoſition beaucoup plus grande que les autres à prendre la trempe, & qu'il y en a qu'il eſt preſqu'impoſſible de ne pas tremper ; en voici des preuves inconteſtables. J'ai fait fondre de la fonte griſe dans un creuſet ſans addition d'aucune des matieres employées ailleurs pour conſerver griſes celles qui le ſont : quand elle a été en fuſion, on a arrêté le mouvement du ſoufflet ; mais on n'a pas retiré le creuſet du feu ; mon intention étoit que la fonte s'y refroidît par dégrés inſenſibles, afin qu'elle prît conſiſtance, ſans ſe tremper. Auſſi l'ai-je trouvée douce, comme je m'y étois attendu. J'ai traité préciſément de la même maniere de la fonte blanche miſe dans un autre creuſet. Quand elle a été refroidie, je l'ai trouvée un peu griſe, mais bien moins griſe & bien moins douce que la premiere.

Dans une autre épreuve, j'ai fait chauffer enſuite un ſecond creuſet preſque blanc ; j'ai verſé dans ce ſecond creuſet, la fonte qui étoit fluide dans l'autre. Cette fonte qui n'avoit fait que changer de creuſet, qui en avoit rencontré un preſque auſſi chaud que celui qu'elle avoit quitté, a été trouvée de la fonte très-blanche.

Il y a plus : la diſpoſition à prendre la trempe eſt ſi grande dans quelques fontes blanches, que quoiqu'on les laiſſe refroidir dans le creuſet, même où elles ont été fondues, ſans retirer ce creuſet du milieu des charbons, elles ne laiſſent pas de ſe tremper. Afin qu'elles ſe conſervent douces dans le creuſet, il faut pouſſer l'attention juſqu'à diminuer par dégrés inſenſibles le nombre & la force des coups de ſoufflets. J'en ai trouvé qui ſe ſont rendurcies dans le creuſet, parce que cette diminution de l'action du ſoufflet n'avoit pas été faite aſſez imperceptiblement.

On ne ſera pas ſurpris, malgré la diſpoſition que la fonte a à ſe tremper, qu'il y ait des temps où les fourneaux à mine en donnent de griſe, & que d'autres la donnent toujours telle. Elle ſort de ce fourneau par une grande ouverture. Le jet, ou plutôt le courant eſt conſidérable lorſqu'on la moule en gueuze ; la maſſe peſe ſouvent plus de deux milliers, & une de ſes plus larges faces n'eſt touchée que par l'air : elle n'eſt donc pas refroidie aſſez ſubitement. Vingt-quatre heures après qu'une gueuze a été coulée, ſi on l'a laiſſée dans le ſable, elle eſt quelquefois ſi chaude qu'elle brûleroit les ſouliers.

Une regle importante pour le choix des fontes qu'on veut couler douces, ſe tire directement des remarques précédentes. Quand on veut acheter de la fonte, à couleur & grainure égale, on préférera celle qui ſera moulée le plus mince. Il eſt certain que c'eſt celle qui, par ſa nature, eſt la plus douce : celle

celle qui paroît aussi grise étant épaisse, seroit peut-être absolument blanche, si elle eût été coulée mince.

Il est extrèmement nécessaire de fondre de la fonte douce, & d'empêcher que pendant que la fonte grise est en fusion, elle ne se change en fonte blanche ; mais on regarde encore comme une regle, que plus la fonte sera douce, & moins elle demandera que le moule où elle doit être coulée soit chaud.

Que l'usage des chassis de fer ne paroisse pas un obstacle à cette nouvelle méthode. Ils ont des avantages sur ceux de bois, qui même nous ont engagés à en conseiller l'usage (1) dans un temps où nous ne songions pas à couler de la fonte douce. Plus un moule est chaud, plus la matiere qui entre dans ce moule conserve sa fluidité, & plus cette matiere s'y moule parfaitement. Les traits des ouvrages moulés dans des chassis de fer, seront donc plus vifs que ceux des ouvrages moulés dans des chassis de bois, puisqu'il est aisé de tenir ces derniers moulés plus chauds : les ouvrages qui en sortiront, coûteront moins à réparer.

Nous avons dit (2) qu'il y a des précautions à prendre, pour empêcher les pieces minces de se casser dans les moules. Toutes ces précautions ne seront plus nécessaires : dès que le moule aura un degré de chaleur considérable, l'ouvrage se refroidira peu-à-peu dans ce moule, comme s'il étoit mis dans un four chaud.

Souvent des pieces sortent du moule, avec des soufflures qui les rendent inutiles ou très-défectueuses. L'air qui s'est trouvé renfermé quelque part, en est la cause principale ; le peu de fluidité du métal en est une autre. Quand les moules seront extrêmement chauds, ils contiendront moins d'air, un air qui aura plus de disposition à s'échapper ; & le fluide métallique sera fixé plus tard.

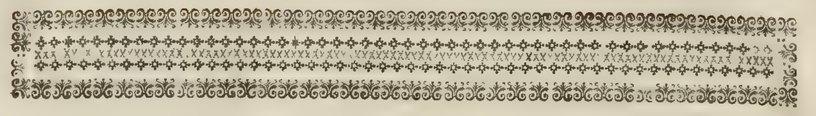
Les chassis de fer, fussent-ils considérablement plus chers que ceux de bois, on seroit dédommagé, avec usure, de ce qu'ils auroient coûté de plus, parce qu'on auroit moins d'ouvrages défectueux, & qu'entre les ouvrages sortis des uns & des autres sans défauts sensibles, ceux qui seront sortis des moules de fer, seroient toujours plus parfaits. Mais d'ailleurs, quoique le chassis de fer soit plus cher de premier achat, il y a de l'épargne à s'en servir, parce que celui de bois n'est pas de longue durée ; la traverse de ces derniers chassis qui est du côté du jet, est bientôt brûlée ; elle s'enflamme chaque fois qu'on coule du métal : on éteint le feu le plutôt qu'il est possible ; mais elles se brûlent toujours au point de ne pouvoir être de longue durée.

Quelques Fondeurs même ayant fait attention depuis peu, combien il leur en coûtoit en chassis, y ont fait mettre la traverse de fer : voilà déja un quart du chemin que nous voulons faire, qui se trouve fait.

(1) Premiere Edition page 334. & 335. — (2) *Voyez* la premiere Edition.

Fin du quatrieme Mémoire.





CINQUIEME MEMOIRE.

Des chassis de fer propres aux différentes especes de moules : comment on peut empêcher qu'il ne se forme des toiles épaisses dans les moules : comment on tient ensemble les deux moitiés dont ils sont composés.

Les obstacles qui peuvent empêcher les ouvrages de fer de sortir limables des moules, ont été levés. Les principes généraux ont été établis ; mais il reste à voir comment on réduira en pratique ces mêmes principes commodément & sûrement. Nous nous trouvons nécessairement engagés à avoir recours à bien des manœuvres nouvelles, & ces manœuvres n'ont pas été ce qu'il y a eu de moins rebutant à chercher. Il y en a plusieurs dont on n'a pû s'instruire que par le travail en grand, où les expériences sont cheres & difficiles à répéter.

Dès le premier pas, le nouvel Art demande que nous nous écartions de l'Art des autres Fondeurs. Ceux qui moulent en sable font leurs moules dans des chassis de bois, & le nôtre ne veut que des chassis de fer. On sçait que les moules en sable sont ordinairement composés de deux masses de sable égales, dans chacune desquelles une partie du modele est imprimée en creux. Ce sable est gras ; il a quelque consistance ; cependant il n'en auroit pas assez pour se soutenir seul ; mais il se soutient à l'aide des chassis. Quand on veut mouler une piece, on pose le chassis sur une planche de bois ; il forme avec cette planche une espece de boîte à qui il manque le dessus. On remplit alors ce chassis de sable, dans lequel on enterre en partie le modele. Ensuite on presse le sable, on le bat avec des maillets ; à force de coups, on le durcit le plus qu'il est possible, & assez pour que le modele étant retiré, l'impression qu'il y a laissée se conserve, & pour que le chassis étant ôté de dessus la planche qui lui servoit de support, le sable y reste attaché en quelque position que le chassis soit mis. Nous ne nous arrêterons point à décrire comment on remplit le second chassis qui doit faire la seconde moitié du moule : ce seroit s'engager dans la description de l'Art du Mouleur. Il nous suffit qu'on se représente le moule composé de deux masses de sable à peu-près égales, appliquées l'une contre l'autre, & que le sable de chacune de ces masses est soutenu par sa pression & son frottement contre les côtés du chassis.

La forme de ceux de bois est rectangle ; deux des pieces qui le composent sont appellées *les traverses*, & les deux autres *les montants*. Les montants sont plus longs que les traverses, non-seulement parce qu'ils forment les plus longs côtés de l'intérieur du chassis, mais encore parce que leurs bouts ont environ un pouce & demi de saillie pardelà les traverses : ces bouts sont des poignées qui donnent prise au Mouleur. La face de chaque traverse qui est dans l'intérieur du chassis, est assez grossiérement creusée en espece de gouttiere : le sable en est mieux retenu. Au reste, on en fait de toutes grandeurs & épaisseurs, selon les ouvrages auxquels on les destine.

Ceux de fer demanderont moins d'épaisseur ; leur matiere est bien autrement en état de résister. Je les ai fait faire d'abord minces, c'est-à-dire, d'un fer qui n'avoit que trois à quatre lignes. J'appréhendois que leur poids ne rebutât les Mouleurs ; mais dans la suite, tous ceux de grandeur commune ont été faits de fer qui a environ sept lignes d'épaisseur : leur poids n'a pas paru aussi incommode que je l'avois craint.

Dans l'essentiel, ils ne different point de ceux de bois par leur figure ; elle montre suffisamment à tout Serrurier comment doivent être assemblées les barres de fer plat dont on les formera, & il ne s'avisera pas de creuser dans les faces intérieures des montants, les rainures ou gouttieres qui sont dans ceux de bois ; ce seroit un ouvrage long ; il sera simple en emboutissant ou estampant à chaud chacune de ces pieces : des chassis qui ne seroient destinés qu'à mouler des ouvrages très-minces, peuvent même n'avoir point de ces rainures.

Ce qui est encore plus simple que les rainures, & ce qui équivaut, c'est d'attacher tout le long du milieu de chaque montant une verge de fer, tel qu'est le fenton ordinaire. Il n'importe, pour retenir le sable, qu'il aille s'engrainer dans des creux du moule, ou qu'au contraire ce moule ait des parties saillantes qui aillent s'engrainer dans ce sable. Ce sera aussi la pratique qu'on suivra pour tous les moules d'une grandeur

extraordinaire; on rivera de pareilles verges de fer aux traverſes de ceux-ci. Dans ceux qui ſervent à mouler des panneaux de balcons ou des balcons entiers, & dans les autres grands chaſſis, outre les tringles dont nous venons de parler, il en faut mettre d'autres paralleles aux traverſes des bouts, & cela de diſtance en diſtance: on ſe repréſente aiſément comment elles doivent être diſpoſées. Une maſſe de ſable de cinq à ſix pieds de longueur, auroit peine à ſe ſoutenir pendant qu'on retourne le chaſſis. Au moyen de ces tringles, ce grand moule eſt dans le cas d'un de pareille hauteur, qui n'auroit que douze à quinze pouces de largeur; les traverſes qui le ſoutiennent d'eſpace en eſpace, font un effet équivalent à une diviſion réelle du chaſſis en pluſieurs parties.

Si nous n'avions à chauffer les chaſſis de fer, qu'autant qu'on a chauffé ceux de bois, la forme des uns & des autres reſteroit abſolument ſemblable, à la différence d'épaiſſeur près. Mais le grand degré de chaleur qu'ont à ſoutenir ceux de fer, produit un mauvais effet, auquel il a fallu chercher un remede dans leur forme même. Les Fondeurs ordinaires ſçavent ce que c'eſt que trouver des *toiles* dans un moule; ils donnent ce nom à des feuilles de métal très-minces, qui s'y moulent contre leur intention. Ces toiles ou feuilles minces ſe rencontrent entre les deux principales parties, dont le moule a été compoſé, & auſſi entre les pieces de rapport qu'on y a fait entrer. Quoiqu'on ait bien pris ſoin de bien appliquer ces parties les unes contre les autres, comme elles ſont couvertes de poudre de charbon, ou de quelqu'autre poudre fine, jamais l'union n'y eſt auſſi parfaite, que dans les autres endroits; du ſable gras s'attache mieux contre de pareil ſable gras, que contre de la poudre d'une autre eſpece. Ainſi, les parties rappliquées les unes ſur les autres, ſont plus aiſées à ſéparer, & laiſſent actuellement entr'elles de petits vuides. Ces vuides s'augmentent lorſque le métal fluide entre dans le moule, outre que l'effort de ſa chûte tend à écarter les parois qui le contiennent, l'air qu'il raréfie tend encore à produire cet effet: les parties rapportées les unes ſur les autres ſe ſépareront donc un peu. Le moule qui reçoit le métal, eſt à la vérité gêné dans une preſſe; elle s'oppoſe à cet écartement qu'elle ne ſçauroit rendre totalement nul; le métal qui s'introduit dans ces petits vuides, s'y moule, comme il ſe moule dans les creux qui lui ont été préparés; mais il n'y prend que la forme d'une feuille mince ou d'une toile; cette toile, aiſée à caſſer ou à emporter avec la lime, défigure peu l'ouvrage, & même n'y produit aucune altération ſenſible.

Dans nos moules à chaſſis de fer qui ont été chauffés, il ſe forme des toiles d'une autre conſéquence que celle dont nous venons de parler. J'en ai vû même dans de petits moules, qui avoient plus de deux lignes d'épaiſſeur. De pareilles toiles ſont à éviter, par bien des raiſons: elles ſont difficiles à détacher; elles défigurent les endroits ſur leſquels elles ſe trouvent; elles obligent à verſer dans le moule plus de fonte qu'on n'y en verſeroit: enfin, les diametres des ouvrages ſont augmentés de toute l'épaiſſeur qu'a la toile dans les endroits où elle leur eſt contiguë; & ces toiles étant de différentes épaiſſeurs en différents endroits, l'ouvrage n'a plus ſes juſtes proportions. Un rouleau qui auroit dû ſortir du moule parfaitement rond, en ſort oval: la même choſe arriveroit à une vis, à un écrou.

Le feu produit dans les matieres de nos moules deux effets oppoſés, qui concourent à augmenter l'épaiſſeur de la toile. Il n'eſt point de preſſion aſſez violente, pour empêcher qu'un métal qui s'échauffe ne ſe dilate; nos deux chaſſis appliqués l'un contre l'autre ne ſçauroient devenir rouges, ſans acquérir en tout ſens une augmentation de volume. La largeur de chacune des bandes dont ils ſont faits, ou, ce qui eſt la même choſe, l'épaiſſeur du moule devient donc plus grande. Chacun de ces chaſſis eſt rempli de ſable; ſuppoſons, pour un inſtant ſeulement, que la chaleur ne produit aucun changement dans le volume de ſable; & ſouvenons-nous que les ſurfaces intérieures du ſable de chaque chaſſis, ſont ſéparés par une couche de poudre de charbon, mince à la vérité, mais qui toujours les empêche de ſe toucher. Chaque maſſe de ſable ſuivra ſon chaſſis; car les frottements ſuffiſent pour l'entraîner: elles vont donc ſe ſéparer l'une de l'autre; elles laiſſeront entr'elles un vuide.

Mais le ſable qui remplit les chaſſis y a été mis humide; au lieu d'acquérir du volume en s'échauffant, il en a perdu; ce dont le diametre de chaque grain s'étend ne remplace pas dans la maſſe, ce qu'elle perd par l'eau qui s'eſt évaporée. La diminution du volume de ſable, & l'accroiſſement de celui du fer, contribuent donc à augmenter le vuide du milieu du moule, & généralement à produire des vuides entre toutes les pieces de rapport.

Pour empêcher de pareils vuides de ſe former, j'ai cherché à empêcher non-ſeulement ces deux cauſes de concourir à leur production, mais de plus à faire enſorte que l'une tendît à réparer l'effet de l'autre: le moyen m'en a paru ſimple. Au lieu que les chaſſis ordinaires ſont égaux appliqués l'un ſur l'autre, & qu'ainſi ils s'arcboutent néceſſairement: faiſons-les de différentes grandeurs, que l'un puiſſe entrer dans l'autre, comme

le corps d'une boîte entre dans son couvercle : & que quand on les ajuste, on ne les fasse pas autant entrer l'un dans l'autre qu'on le pourroit. Cela supposé, qu'on conçoive cet assemblage de chassis posé verticalement & gêné dans une presse, ou de quelqu'autre maniere équivalente. Quand les deux chassis en se chauffant chercheroient chacun à s'étendre, comme ils sont chacun appuyés d'un côté, & que de l'autre ils ne le sont point ou le sont peu, ce n'est que vers ce dernier côté qu'ils s'étendront. Ils trouveroient incomparablement plus de difficulté à avancer vers la presse, à l'écarter, qu'ils n'en trouvent à s'emboîter davantage ; ils se mettront plus en recouvrement. Par conséquent, l'effet de leur augmentation de volume sera tel, que tous deux tendront réciproquement à rapprocher continuellement l'une de l'autre les surfaces intérieures du sable, celles qui ont été poudrées de poudre de charbon.

Les épreuves que j'ai faites de cette construction des chassis, m'ont convaincu de la justesse du raisonnement qui m'avoit conduit à y avoir recours. Par cet expédient, j'ai souvent empêché totalement la production des toiles ; ou s'il s'y en est formé, elles ont été minces, & telles que celles que les Fondeurs ordinaires ne manquent gueres de trouver.

Pour produire sûrement cet effet, il suffit que le plus grand chassis soit en recouvrement sur l'autre d'environ trois lignes. Mais quand on les remplit l'un & l'autre de sable, on prendra garde d'empêcher qu'ils ne s'emboîtent autant qu'ils peuvent s'emboîter. Le plus petit est celui qu'on remplit le premier ; est-il plein ? on pose l'autre dessus, pour le remplir à son tour. Mais il faut plus que remplir le premier, c'est-à-dire, y élever assez le sable, pour que l'autre recouvre ses bords d'environ une ligne & demie de moins qu'il ne peut le recouvrir. Cela est si aisé dans la pratique, que je négligerai de rapporter les petits expédients que j'avois indiqués, pour y réussir toujours sûrement, comme on a négligé de s'en servir.

Un des avantages encore de cette disposition des chassis, est que les deux parties du moule en sont moins en risque d'être ébranlées. Tout ébranlement, tout mouvement d'un chassis qui ne se fait point dans l'autre, peut déranger le moule. Dans la pratique ordinaire, un des chassis de bois a trois goujons ou chevilles, qui entrent dans trois trous percés dans l'autre. Ces trous & ces chevilles font qu'on rapporte exactement les chassis l'un sur l'autre, & contribuent à les maintenir en place. L'emboîtement des nôtres les maintient encore plus sûrement, & seroit plus que suffisant, si la suite de notre travail permettoit de les mettre dans une presse, dès qu'ils sont fermés, comme on y met ceux à chassis de bois : mais nos opérations ne nous permettent pas même de nous servir des presses ordinaires.

Dès que le moule est fermé, c'est-à-dire, dès que ses deux moitiés sont appliquées l'une contre l'aure, il faut les empêcher de pouvoir se séparer. Le moyen dont on s'est servi pendant quelque temps, a été de lier, avec du fil de fer, le bout de chaque montant du chassis supérieur, avec celui du montant du chassis inférieur qui lui correspond. Cette méthode que les Ouvriers trouvoient commode & sûre, me déplaisoit par sa longueur & par la consommation du fil de fer ; car celui qu'on employoit pour chaque lien, qui étoit d'un grand nombre de tours, étoit perdu : il avoit à soutenir un feu qui le brûloit.

On maintenoit encore ces chassis par le milieu, au moyen de deux chevilles de fer, dont chacune étoit rivée contre le milieu d'un montant, & entroit dans un piton rivé de même contre le chassis inférieur. Les chevilles étoient percées d'un trou qui se trouvoit au-dessous du piton ; une clavette étant engagée dans le trou, la cheville ne pouvoit plus sortir : mais ces chevilles, avec leurs pitons, n'avoient pas assez de solidité.

En quelques circonstances, on a employé des brides qui embrassoient ensemble les deux bouts des montants que nous avons vû lier ci-dessus avec du fil de fer : on en a même employé qui embrassoient tout le moule, & il y a des cas où on doit encore y recourir.

Mais ce que j'ai trouvé de mieux pour les cas ordinaires pour tous les petits chassis, c'est de les arrêter au moyen d'especes de charnieres. On peut n'en mettre que deux à chaque moule, y en mettre trois & même quatre à cinq, selon que sa grandeur l'exigera. Cette espece de charniere est assez semblable à quelques fermoirs de livres. Elle est composée de trois charnons ; une plaque seule rivée contre un des chassis fournit deux des charnons, & une autre plaque rivée sur l'autre chassis fournit l'autre, qui doit se placer entre les deux précédentes. Au lieu que les charnons ordinaires sont enfilés par un fil de métal ; ceux-ci doivent laisser passer une clavette plate, mais qui se termine en pointe. Le charnon du milieu n'avance entre les deux autres, qu'autant qu'il y est forcé par cette clavette qui gêne en même temps le chassis.

L'emboîtement de nos chassis est un bon moyen pour empêcher les toiles de se former dans les moules de grandeur commune. Mais je ne l'ai plus trouvé capable de produire le même effet, quand j'en suis venu à faire jetter de grands ouvrages plats, comme des balcons de quatre pieds & demi ou de cinq pieds,

pieds. Ces grandes pieces doivent être percées à jour, & extrêmement percées; c'est ce qui leur donne un air de légéreté qu'on leur aime. On avoit eu soin que les modeles fussent dans ce goût. Néanmoins les premiers balcons qui furent jettés se trouverent tous pleins; les intervalles qui devoient rester entre les ornemens, étoient occupés par de maîtresses toiles; elles avoient communément l'épaisseur du petit doigt, & souvent davantage. On auroit eu bien de la besogne s'il eût fallu évuider tout ce qui demandoit à l'être. Enfin, ces balcons avoient par-tout une épaisseur considérablement plus grande que celle du modele. L'augmentation du volume du fer des chassis n'étoit point ici la cause de cette augmentation du vuide de l'intérieur du moule; le desséchement du sable ne pouvoit pas non plus aller jusques-là; mais il me parut qu'il étoit produit principalement par la fonte qui entroit dans un moule posé à plomb, que sa charge agissoit puissamment, pour écarter l'une de l'autre, les deux épaisseurs du sable. Nous verrons dans la suite, comme on remédie en partie à l'effort de cette charge en donnant au moule une position fort inclinée. Mais ce qu'il y a de plus efficace, & ce qui l'est indépendamment de toute position, c'est d'assujettir, comme je fis faire, les deux parties du moule l'une contre l'autre en différents endroits, par de fortes vis. Alors le grand moule se trouvoit tel que s'il eût été réellement partagé en plusieurs petits. Les balcons & généralement toutes le pieces à jour, nous permettent de nous servir de cet expédient. On marque sur le moule six ou huit endroits, plus ou moins à volonté, vis-à-vis des endroits où il est plein, c'est-à-dire, dans ceux qui doivent rester vuides dans l'ouvrage: là on le perce de part en part d'un trou capable de laisser passer un boulon, dont un bout est en vis; ces boulons se trouvent espacés également, ou avec l'inégalité qu'il convient pour résister plus proportionnellement à l'effort de la fonte. La tête de chaque boulon s'appuie immédiatement sur une plaque de fer de cinq à six pouces en quarré, & de l'épaisseur de quelques lignes, qui est percée au milieu d'un trou qu'on pose sur celui du moule où l'on veut faire passer le boulon. Sur l'ouverture du trou du moule qui est du côté opposé, est une pareille plaque, au travers de laquelle le boulon passe; ainsi il est aisé de voir qu'avec un écrou on va gêner en cet endroit, & sur une étendue de six pouces en quarré, les deux parties du moule l'une contre l'autre, & de même dans tous les endroits qui sont traversés par les boulons.

Il y a pourtant encore une petite méchanique à observer dans la disposition de ces boulons. Leur longueur est telle que les filets de leur vis les plus proches de leur tête se trouvent éloignés de plus de six à sept pouces de la surface du moule; & cela, afin que l'écrou ne presse pas immédiatement la plaque: elle en est éloignée des six à sept pouces dont nous venons de parler. On fait passer cette partie du boulon dans un canon de fer; & c'est en serrant ce canon, que l'écrou serre la plaque de fer & le moule. La raison de cette disposition ne peut être bien entendue que lorsque nous verrons comment on chauffe les moules; elle sert à ménager les filets des vis; elle empêche qu'ils ne se trouvent dans le feu pendant qu'il agit sur les moules, enfin elle donne la facilité de presser, de rapprocher les unes contre les autres, les parties d'un moule qui est au milieu d'un brasier.

Des moules encore d'une grandeur considérable sont ceux de ces grands vases, chargés d'ornemens comme ceux de bronze, & destinés de même à l'embellissement des Jardins: outre le prix de la matiere, ceux de bronze sont chers, parce qu'on les moule ordinairement en cire perdue. Nous avons cherché à faire mouler ceux de fer en des chassis, comme on y moule tant d'autres ouvrages. Ces chassis sont un objet de dépense: si leur construction ne differe de celle des autres, qu'autant que la forme des vases le demande; alors ils doivent être faits d'un fer dont la largeur excede au moins de trois pouces le plus grand demi-diametre du vase: cette largeur pourtant ne leur est pas nécessaire sur toute leur longueur; les vases ont plus de diametre à leur embouchure, ou un peu au-dessous, que vers leur pied. On fera forger le fer de façon qu'il soit plus étroit à un de ses bouts qu'à l'autre, dans la proportion que les différences du plus grand & du plus petit diametre du vase le peuvent permettre; les traverses qui assembleront les deux montants du chassis seront aussi inégales que la même proportion: au lieu que les autres moules sont des parallélipipedes, ceux-ci sont des pyramides tronquées à base rectangle.

Au lieu d'employer du fer si large qui coûte cher à forger, on peut en employer de la moitié plus étroit. Deux pieces assemblées, comme le sont celles de divers ouvrages de tôle, & celles des grandes chaudieres de cuivre tiendront lieu d'une piece double.

Mais ce qui m'a paru de mieux pour ces sortes de chassis, que les premiers dont on a fait usage, c'est de ne point s'embarrasser de les faire pleins; on les fera à jour comme des grilles; on les composera de forts montants assemblés d'espace en espace par des traverses. J'avois appréhendé que cette construction ne permît pas de bien battre le sable des moules, qu'il ne s'échappât sous les coups de

maillets ; mais raboteux, ténace & comme il eſt, il ſoutient l'effort dans la preſſion verticale, ſans preſque s'écarter horizontalement ; auſſi n'a-t-on point eu beſoin de ſe ſervir du remede que j'avois donné pour empêcher le ſable de fuir. Il conſiſtoit à appliquer & aſſujettir contre les côtés du chaſſis, des planches de bois, comme on y en met une deſſous, pendant qu'on y moule l'ouvrage.

Heureuſement que les toiles ne ſont pas à craindre dans ces ſortes de moules, comme dans ceux des balcons ; il ne feroit pas auſſi aiſé de les aſſujettir avec des vis : il ſuffit de les bien lier avec de bonnes brides. Celles qu'on emploie ſont fortes ; mais elles ne demandent pas grande façon : ce n'eſt qu'un morceau de fer recourbé à chaque bout.

Fin du cinquieme Mémoire.



SIXIEME MEMOIRE.

Des fourneaux propres à chauffer ou recuire les moules de ſable : comment il faut recuire les moules de terre, & les mettre en état des recuits.

NOUS avons vû que rien ne contribue plus à la bonne ou à la mauvaiſe réuſſite de nos ouvrages, que le dégré de chaleur des moules. De la fonte excellente deviendra dure, ſi elle entre dans un moule peu chaud; & de la fonte très-médiocre reçue dans un moule extrêmement chaud, ſe trouvera limable. Quoique de chauffer des moules, ſoit en apparence une opération aſſez ſimple, elle ne l'eſt plus autant quand on veut en venir à la pratique, quand on a à chauffer une grande quantité de moules à la fois, qu'on a à en chauffer de toutes figures & de toutes grandeurs : un moule ſeul à chauffer offriroit des difficultés. Malgré les différentes manieres dont nous avons aſſujetti les chaſſis enſemble, le feu n'agira pas long-temps deſſus ſans les faire tourmenter. Ils s'entrouvriront en quelques endroits, par où ils laiſſeront échapper la fonte qu'ils devroient retenir. C'eſt ce qui m'eſt arrivé dans mes premiers eſſais, & qui n'arriveroit point ſi nous pouvions mettre nos moules dans des preſſes, comme les Fondeurs ordinaires mettent les leurs. Ici, il nous les faudroit de fer; mais elles ne pourroient être bonnes, que pour qui voudroit jetter quelques pieces par curioſité, & ſans s'embarraſſer des frais : elles ne ſçauroient être d'uſage dans un travail continu & varié. La ſeule vûe qui me parut être à ſuivre, fut celle d'avoir des fourneaux où l'on chauffât à la fois un grand nombre de moules, & où ils fuſſent ſerrés comme dans une eſpece de preſſe.

L'intérieur du premier que j'imaginai de conſtruire, étoit une cavité quarrée longue, entourée de murs de brique. Les moules y étoient poſés verticalement & appliqués les uns contre les autres, comme le ſont les livres rangés ſur une tablette. Le premier touchoit immédiatement un des bouts du fourneau; le dernier étoit peu éloigné de l'autre bout. Contre celle de ces faces, qui en étoit le plus proche, on appliquoit une plaque de fer fondu ou de fer forgé, qui lui étoit égale en dimenſions. Le peu d'eſpace qui reſtoit entre cette plaque & le bout du fourneau, étoit rempli par du ſable détrempé, & par des tuileaux qu'on faiſoit entrer à force. Ces tuileaux tenoient lieu de coins, pour preſſer enſemble tous les moules les uns contre les autres. Entre cette file de moules & chaque côté du fourneau, il reſtoit un eſpace d'environ deux pouces & demi deſtiné à recevoir le charbon : on les en recouvroit auſſi par-deſſus. On pouvoit encore les chauffer par-deſſous; les traverſes inférieures des moules n'étoient ſoutenues qu'en quelques endroits; une grille de barres de fer pouvoit leur ſervir d'appuis; je leur en fis donner encore un d'une autre forme, en faiſant bâtir le long de chaque côté du fourneau une petite banquette, ſur chacune deſquelles portoit une partie du moule : au-deſſous de ces moules, il reſtoit un eſpace où l'on pouvoit mettre, ſoit du bois, ſoit du charbon.

Cette diſpoſition eſt ſimple; ce n'eſt même que ſa ſimplicité qui m'a engagé d'en parler, parce qu'il y a des circonſtances où on y pourra avoir recours : mais elle a ſes inconvénients; de la façon dont les moules y ſont chauffés, ils n'expoſent chacun qu'une petite ſurface à l'action du feu. La chaleur a loin de toutes parts, avant d'avoir gagné juſqu'au centre; ainſi ils chauffent lentement : d'ailleurs les chaſſis ſeuls ſoutiennent l'action immédiate du feu, & s'en uſent plus vîte.

C'eſt la pratique ordinaire des Fondeurs, qui m'avoit conduit à diſpoſer ainſi les moules; les preſſes dans leſquelles ils mettent les leurs, les ſerrent par-tout, & j'avois voulu que les miens le fuſſent de même. Mais je penſai depuis, que la preſſion pourroit bien n'être néceſſaire que pour maintenir les chaſſis l'un contre l'autre; que celle qui tombe ſur le ſable, étoit inutile dans les petits moules; que le ſable même du moule ceſſe d'être preſſé, ſi on le fait chauffer juſqu'à un certain point; car les chaſſis s'étendent, & au contraire le ſable qui a été mis humide dans le moule, en s'échauffant, ſe retire; loin d'acquérir du volume, il en perd; ainſi il ne tend nullement à ſortir des chaſſis : il n'a donc nul beſoin d'y être maintenu. Le ſable encore humide, comme il l'eſt dans les moules des Fondeurs ordinaires, ne réſiſteroit pas à l'impétuoſité du liquide qu'on y

verse, au lieu que notre sable se cuit & prend la consistance des parois d'un creuset. L'expérience s'est accordée avec ce raisonnement; les petits moules conservent parfaitement leur forme, pourvû que les chassis, & pourvû même que trois de leurs côtés soient bien assujettis les uns contre les autres.

Suivant cette idée, je fis construire un fourneau qui, comme ceux que nous avons employés à la conversion du fer en acier, ou à l'adoucissement de la fonte, avoit des coulisses verticales réservées dans les faces intérieures de ses côtés : chacune de celles d'un côté, étoit vis-à-vis une de celles de l'autre côté. Leur largeur étoit au moins égale à l'épaisseur d'un moule; deux de ces coulisses ensemble servoient à le maintenir. La distance de l'une à l'autre, étoit plus petite d'environ un pouce & demi que la largeur du moule, & elles avoient chacune autant de hauteur que ce moule; ainsi étant posé dans deux coulisses, leurs bords étoient recouverts de chaque côté d'environ trois quarts de pouces. Le bas de ce même moule étoit reçu dans une troisieme coulisse, qui servoit de fond au fourneau. Elles étoient chacune plus larges que ce moule, afin qu'il s'y logeât sans peine; mais ensuite on remplissoit avec de la terre & des tuileaux qu'on faisoit entrer à force, les vuides qui pouvoient y rester : ainsi trois des côtés du moule se trouvoient gênés, comme s'ils eussent été dans une presse.

Un autre moule étoit semblablement posé dans trois autres coulisses. La distance entre celles-ci & les précédentes, ou, ce qui est la même chose, le vuide qui restoit entre les deux moules, étoit le foyer ou la cheminée où l'on mettoit le charbon qui, étant allumé, échauffoit une des faces de chaque moule. On ménageoit dans les murs les ouvertures néceffaires, pour donner entrée à l'air qui devoit souffler sur les charbons. On peut allonger à volonté un tel fourneau, & par conséquent le rendre capable de contenir telle quantité de moules qu'on voudra qui y peuvent être rougis assez vîte. Mais il n'est pas aisé de les en retirer aussi-tôt qu'ils ont été remplis; il y a de la difficulté à les dégager des coulisses où ils ont été en quelque sorte maçonnés; quoique même on les en retire froids; souvent on abat les bords des coulisses, ou au moins on les fatigue beaucoup : il y a trop souvent à y refaire; de sorte qu'après avoir fait faire usage de ce fourneau pendant quelque temps, & après y avoir fait faire diverses additions qui donnoient néanmoins des facilités pour en retirer les moules, sans trop ébranler les coulisses, je conseillai de l'abandonner pour un autre, dont j'imaginai la construction telle que les moules sont chauffés plus vîte, qu'ils peuvent être arrangés en moins de temps, & qu'on les en retire encore plus aisément qu'on ne les y arrange : c'est aussi celui dont on avoit enfin adopté l'usage à la Manufacture de Cône. Peut-être néanmoins n'a-t-il pas été inutile de rapporter la construction de l'autre, quand ce ne seroit que pour empêcher qu'on y revienne : j'ai vû même dans cette Manufacture, qu'on a tenté de se servir de certains fourneaux que l'expérience m'avoit déja montrés n'être pas convenables.

Celui auquel on s'est arrêté en dernier lieu, est parfaitement semblable au premier que nous avons décrit. Il ne consiste qu'en quatre murs de brique, qui renferment un espace quarré long. Ses mesures doivent être déterminées par la quantité des moules qu'on y voudra chauffer à la fois, par la largeur & la hauteur de ces moules; pour leur épaisseur, ici elle est indifférente; tout le changement qu'elle peut apporter, c'est qu'on y en me tra moins lorsqu'ils seront plus épais. Ils seront tous placés verticalement, comme nous les avons vûs dans les autres fourneaux. La largeur intérieure de celui-ci ou la distance d'un de ses côtés à l'autre, surpassera d'environ cinq pouces la largeur de chaque moule; & la hauteur de ses murs surpassera celle de chaque moule d'environ six à sept pouces. Il y aura ici, comme dans le premier fourneau, le long de chacun de ses côtés, une banquette haute de six à sept pouces, qui aura pour largeur celle d'une brique. Dans une Manufacture, on lui donnera assez d'étendue pour contenir au moins vingt-cinq moules de l'épaisseur de ceux des Fondeurs ordinaires en sable; & si l'on veut, & si le terrein le permet, on lui en donnera l'étendue nécessaire, pour en contenir le double ou le triple.

Sa construction est si simple, qu'elle est déja décrite, à quelques jours près, qu'on doit réserver dans les murs, & dont la position pourra être déterminée plus clairement dans la suite, qu'elle ne le seroit à présent.

Tout l'artifice ici consiste dans l'arrangement des moules; ils y doivent être placés, comme ceux que nous avons mis dans des coulisses. Mais ces coulisses de nouvelle espece sont mobiles; elles se font sur le champ au moyen de pieces de fonte qui ont été moulées de la figure & de la grandeur convenables. Pour cela, il faut trois sortes de pieces. Disposons un moule dans le fourneau, & nous verrons en même temps la figure & les dimensions qui conviennent à ces pieces. Le moule qui sera placé le premier, doit toujours être mis près d'un des bouts du fourneau; n'importe contre lequel. Avant de l'y arranger, on couche horizontalement une piece qui est la moins simple des trois que nous avons à faire connoître. Sa longueur ne doit

ne doit être guere moindre que la largeur du fourneau ; elle eſt plate par-deſſous ; elle eſt portée par nos deux banquettes. De chaque côté, elle a un rebord haut de quinze à ſeize lignes, & épais de trois à quatre lignes, qui ſe termine de part & d'autre à environ trois pouces de chaque bout. Nous appellons ces pieces *des couliſſes* ou *des gouttieres* ; où elles n'ont point de rebord, elles ne ſont épaiſſes que d'environ quatre à cinq lignes. Sur chaque bout de cette couliſſe, on poſe à plomb une des ſecondes pieces de fonte ; je nomme celles-ci *des piliers* ; ce ſont de ſimples parallélipipedes, dont la hauteur eſt égale à celle des moules, dont la largeur eſt de trois pouces, c'eſt-à-dire, égale à la longueur du bout de la couliſſe qui eſt ſans rebord, & dont l'épaiſſeur eſt égale à la largeur de la couliſſe ou gouttiere, c'eſt-à-dire, d'environ deux pouces & demi.

La couliſſe étant poſée contre le bout du fourneau, & les deux piliers étant dreſſés ſur les deux bouts de la couliſſe, on poſe la troiſieme piece ; celle-ci n'eſt qu'une plaque de fonte coupée quarrément, dont la longueur & l'épaiſſeur ſont égales à celles du fond de la couliſſe, comme ſa largeur eſt égale à l'épaiſſeur du moule qu'on veut placer : nous l'appellerons *un fond*.

Sur cette plaque quarrée, ſur ce fond, on étend une couche de lut épaiſſe au moins d'un demi-pouce, qui eſt le lit ſur lequel on dreſſe le moule. Par cette diſpoſition, un des bords de la couliſſe recouvre le moule par en-bas, & les deux piliers le recouvrent le long de ſes montants. Ainſi, les jonctions du ſable, avec la traverſe inférieure & les deux montants d'un chaſſis ſont recouverts. Pour recouvrir pareillement celles de l'autre chaſſis, il ne reſte qu'à mettre une autre ſeconde couliſſe, pareille à la premiere, de l'autre côté du moule, & élever ſur les deux bouts de celle-ci deux piliers.

Alors l'arrangement du premier moule eſt fini ; tout eſt même diſpoſé pour qu'on en puiſſe placer un ſecond ; car il n'y a qu'à mettre un ſecond fond, ou une ſeconde plaque avec ſa couche de lut, & poſer le ſecond moule ſur ce fond ; les mêmes piliers, la même couliſſe qui recouvrent les bords d'une face du premier, recouvrent les bords de celle des faces du ſecond qui eſt tournée vers la précédente.

On n'a qu'à continuer préciſément cet arrangement, juſqu'à ce que le fourneau ſoit rempli. Quand il l'eſt, entre chacun des deux derniers piliers & le bout de ce fourneau, on fait entrer la pointe d'un coin de groſſeur proportionnée à l'eſpace qui reſte ; on en a de rechange ; on les enfonce en frappant deſſus à petits coups : leur preſſion ſe communique du pilier au moule, & ainſi ſucceſſivement tous les moules ſe trouvent gênés.

Quand le fourneau n'eſt pas fort long, ces deux coins ſuffiſent pour tenir tout bien aſſujetti. Pour rendre pourtant la preſſion plus égale, on peut introduire horiſontalement deux autres coins, qui ſerreront les deux derniers piliers par le bas, comme les deux premiers coins les ſerrent par en-haut : on réſerve au mur du fourneau deux trous pour les laiſſer entrer.

Si la file des moules eſt longue, & que la preſſion faite ſur les premiers ſe trouve affoiblie en chemin par les réſiſtances qu'elle rencontre avant d'être arrivée aux derniers, ou même à ceux du milieu, on introduira d'autres coins dans les endroits où on le jugera le plus convenable ; mais on doit avoir déterminé ces endroits pendant qu'on arrangeoit les moules. Chaque pilier ſera compoſé du haut en bas de deux pieces qui n'auront chacune qu'à peu près la moitié de l'épaiſſeur d'un pilier ordinaire. Dans chacun de ces piliers diviſés, on introduira un coin ; l'introduction ſera plus facile, ſi les deux piliers ſont chacun un peu entaillés vers le milieu de leur bout ſupérieur. On pourroit mettre de ces piliers de deux pieces de cinq moules en cinq moules.

Il n'y a que les traverſes ſupérieures de nos moules qui ne ſe trouvent gênées que par les bouts ; mais tout le reſte étant maintenu, le moule ne ſçauroit s'entr'ouvrir, & ces traverſes ne peuvent guere ſe tourmenter. Si on veut cependant les arrêter plus ſolidement, il n'y a qu'à mettre un gros coin à la hauteur de ces traverſes, & préciſément à leur milieu ; ce coin entrera préciſément dans l'eſpace qui reſte entre deux moules.

Les faces oppoſées de deux moules, & les piliers qui ſont entre eux, forment une eſpece de foyer ou de cheminée qu'on remplit de charbon : ſi on a préſenté les meſures que nous avons données, à la largeur du fourneau, on verra qu'il reſte entre chacune des parois de ſes côtés, & les moules & piliers, un vuide d'environ deux pouces ou deux pouces & demi ; ces deux capacités ſont auſſi deſtinées à recevoir du charbon qui doit chauffer les petites faces de chaque moule, ou celles qui ſont recouvertes entiérement par les chaſſis.

Nous avons à ajoûter à la deſcription que nous avons faite des pieces appellées *Couliſſes*, qui recouvrent le bas des moules, que la partie compriſe entre leurs rebords, eſt percée de divers trous, ou pour le mieux, d'un ſeul oblong auſſi grand que la piece peut le permettre. C'eſt par ces trous que ſe rend dans le fourneau partie de l'air qui doit allumer les charbons contenus dans chacune de ces capacités formées par les grandes faces de deux moules, & par les piliers : les murs

du fourneau ont plusieurs ouvertures à fleur de terre, qui donnent la premiere entrée à cet air; il passe dans le cendrier, & de-là remonte par les trous des coulisses.

Les murs des fourneaux ont encore d'autres ouvertures plus petites, distribuées les unes au-dessus des autres en deux ou trois rangs : par celles-ci, entre l'air qui agit sur les charbons de deux longues capacités formées par les parois du fourneau, les chassis & les piliers. Une partie de cet air pénetre même jusques aux charbons qui sont entre deux moules; il augmente l'effet de celui qui vient par les coulisses; il rencontre des passages au travers des piliers qu'on a soin de tenir percés de divers trous, élevés les uns au-dessus des autres; les trous soit des coulisses, soit des piliers, n'enchérissent pas la façon de ces pieces; elles les ont en sortant du moule, parce que le modele qui sert à les jetter, est lui-même percé.

Au reste, on est maître de modérer l'activité du feu, & de la modérer dans quels endroits, & à quelle hauteur du fourneau qu'on veut, & cela en bouchant les trous, ou partie des trous qui y répondent;on a des bouchons tout préparés. Les moules épais demandent à être plus chauffés que les minces; & quoique les uns & les autres soient dans le même fourneau, on leur donnera par-là les degrés inégaux de feu qui leur conviennent.

Après que les moules sont arrangés dans le fourneau, avant d'y mettre du charbon, on lutera les chassis par-tout où ils sont à découvert; cette précaution contribue à les rendre plus durables : on peut même les enduire avant de les mettre en place, & alors on ne manquera pas d'étendre le lut sur les bords du sable; si même le sable du moule n'est pas de nature à prendre beaucoup de consistance, on enduira le moule en entier de lut.

Une remarque que nous ne devons pas oublier, & que nous n'avons faite qu'après qu'on a eu travaillé quelque tems, c'est que malgré la sujétion de nos chassis, quand les piéces qu'on doit y couler sont fortes, il s'y produit des toiles; les deux épaisseurs du sable n'étant soutenues que par leurs bords, elles cedent de quelque chose à l'effort de la fonte qui entre dans le moule : il ne faut que soutenir le moule dans le milieu, (je parle de ceux de grandeur ordinaire,) pour empêcher tout écartement sensible du sable. Pour cela on applique un morceau de fer plat de deux ou trois pouces en quarré, contre le milieu d'une face d'un moule, autant contre celle du moule qui en est le plus proche : entre ces deux plaques on fait entrer un coin; il peut être de fer, ou de terre cuite; ainsi les milieux des deux moules sont arc-boutés sur une des faces. La même manœuvre pratiquée sur les deux faces de chaque moule, sert à les maintenir tous autant solidement, qu'il en est de besoin. Toutes ces petites opérations sont au reste plus longues à décrire qu'à exécuter.

Dans la disposition du fourneau que nous avons décrit, les charbons entourent les moules de toutes parts, excepté par-dessous; ils peuvent y chauffer vîte : mais peut-être perdra-t-on volontiers quelque chose sur la promptitude du recuit, en considération d'autres avantages, quoique la pratique précédente ait été celle d'une année entiere. J'aimerois mieux que le fourneau de recuit fût plus étroit; qu'entre le mur & les chassis il ne restât pas assez de place, pour recevoir les charbons; & en un mot qu'il n'y eût que le jeu nécessaire pour faire entrer le chassis. Les charbons qui sont entre les chassis & le mur du fourneau, fatiguent extrêmement les chassis; ils en abrégent considérablement la durée; ils les brûlent; d'ailleurs ils font voiler leurs montants, ce qui force tout le reste : dès qu'il ne restera plus d'espace pour les charbons entre le chassis & le mur, on remplira le petit intervalle qui y sera avec du lut & des tuileaux. Alors le feu n'attaquera jamais les chassis immédiatement; ils ne pourront plus se voiler : la durée du recuit sera un peu plus longue; mais la consommation du charbon n'en sera pas plus grande. Cependant si on veut conserver le long foyer, qu'on arcboute au moins les montants de chaque chassis vers leur milieu, avec quelque morceau de tuileau ou de brique entrée à force.

Avant d'allumer le feu dans le fourneau, il reste encore une petite façon; c'est de fermer l'embouchure du moule qui doit donner entrée à la fonte, & qui n'en doit pas donner à la cendre & aux petits charbons; d'abord on se servoit de petits bouchons de terre cuite, dont la forme n'avoit rien de singulier; depuis je leur en ai fait substituer d'autres. Ceux-ci n'entrent point dans le trou; ils ont une base circulaire qu'on lute autour de l'embouchure du moule, au-dessus duquel le reste de ce couvercle s'éleve & s'arrondit en forme de boule creuse, de deux ou trois pouces de diametre. Cette boule est percée comme un arrosoir d'un grand nombre de trous si petits, qu'il n'y a pas à craindre qu'ils donnent entrée dans le moule à des corps qui pourroient en altérer la forme; mais ils sont assez grands pour laisser évaporer l'humidité du sable, qui autrement auroit peine à s'échapper de l'intérieur du moule.

Dès que les moules sont garnis de leurs bouchons, on peut remplir de charbon tout le fourneau; une partie de leur chaleur se dissiperoit inutilement, si l'air extérieur agissoit par-dessus avec trop de liberté, si on ne donnoit pas des couvercles au fourneau; je dis des couvercles; car sa longueur est telle, que si on ne lui en donnoit qu'un seul, il ne seroit

pas maniable ; je lui en fais donner un grand nombre, & presqu'autant que de moules. Chaque couvercle n'est qu'une plaque de fonte un peu plus longue que l'intérieur du fourneau n'est large ; elle a pouces de largeur ; elle porte en-dessus deux anneaux de fer forgé, qu'on a eu soin d'engager dans le moule où elle a été coulée : ils donnent une prise commode au ringard toutes les fois qu'on veut ôter ou remettre le couvercle : ils peuvent être chacun percé de plusieurs trous ; mais il vaut peut-être autant les tenir pleins : on laisse entre deux couvercles le vuide qu'on juge nécessaire pour faire bien allumer les charbons ; on l'augmente ou diminue à volonté en approchant ou en écartant les couvercles les uns des autres.

Ce ne sont que des petits moules que nous avons mis jusques ici dans les fourneaux de recuit : les grands demandent une attention particuliere. Le moule d'un balcon de 5 pieds porte près de six pieds de longueur, & plus de trois de largeur, sur environ pouces d'épaisseur. La difficulté seule de manier, d'enlever, de retourner une masse de sable si considérable, avec les pesants chassis dont elle est armée, est quelque chose ; & cela, parce que les ébranlemens violents peuvent déranger l'intérieur du moule : mais le difficile est, ou il a été d'abord, de bien assujettir un pareil moule dans un fourneau de recuit, & de l'y gêner de haut en bas, dans les endroits nécessaires. Un tel moule mérite bien seul son fourneau ; mais comme la profondeur en seroit considérable, s'il étoit construit sur les principes des autres, on seroit obligé de laisser d'assez grands espaces entre le balcon & le mur, pour avoir la liberté de le gêner sur différents endroits de sa longueur & de sa hauteur ; il s'y feroit une grande consommation de charbon inutile. On brise, on renverse les murs du fourneau, quand on veut y mettre ou en ôter ce moule ; c'est ce que j'ai éprouvé quand j'ai voulu faire jetter des balcons mis en recuit, dans des fourneaux semblables à ceux de nos petits moules, & ce qui m'a contraint à en imaginer d'une autre forme : heureusement il s'en est présenté une qui satisfait à tout ce qu'on peut desirer. Le fourneau n'est qu'une espece de pupitre ou une table inclinée sous un angle d'environ 45 degrés, aussi longue & de quelque chose de plus que le moule, & aussi de quelque chose de plus large : ce sont les lignes sur lesquelles nous prenons sa largeur, qui sont inclinées à l'horizon : pour mettre le moule de balcon en recuit, on n'a qu'à le coucher sur cette table. Ne nous arrêtons point encore à voir comment agissent les cordes qui l'élevent & le laissent conduire ; il suffit qu'on remarque qu'il ne rencontrera rien qui puisse l'empêcher d'être couché sur cette table : elle fait le fourneau, ou elle en fait au moins la moitié. Pour apprendre comment elle le fait, nous ne devons plus la laisser regarder comme un simple plan incliné ; nous devons ajoûter que sur ce plan, sont arrangées des piéces de fonte parallélement les unes aux autres, & parallélement aux bouts de ce plan, ou à ses côtés inclinés ; elles les égalent en longueur : elles ont environ deux pouces & demi d'épaisseur ; la distance qui est entr'elles est d'environ cinq à six pouces ; les ouvriers leur ont donné le nom de *piliers*, & nous le leur conserverons. C'est sur ces piliers, qu'on couche immédiatement le moule du balcon ; chaque espace entre deux piliers, est un foyer ménagé pour recevoir le charbon ; on le met par l'ouverture supérieure : l'inclinaison du plan lui donne de la disposition à descendre ; il le fait de temps en temps par son propre poids ; mais aussi de temps en temps on le pousse avec une verge de fer.

Il n'y a que la moitié de notre fourneau de fait ; mais l'autre ne sera pas difficile à finir : le dessus même du moule va tenir lieu de table ; on y arrange des piliers précisément vis-à-vis ceux qui le portent ; on couvre ensuite ces piliers avec des plaques de fonte ; & dès-lors, on a des foyers bâtis sur la surface supérieure du moule, comme on en a sous la surface inférieure. On est en état de chauffer également ce moule des deux côtés.

Les premiers fourneaux de cette espece qui ont été construits, avoient pour base trois murs bâtis parallélement les uns aux autres, avec l'inclinaison nécessaire. L'espace étoit partagé également par celui du milieu ; sur ces murs étoient couchées des barres de fer quarré, sur lesquelles on arrangeoit des briques à plat ; d'autres posées de champ entre celles-ci, formoient des piliers, ou cloisons des foyers ; mais qui veut les fourneaux de cette espece durables, fera la table avec des plaques de fonte, comme nous avons déja dit qu'on en devoit faire les piliers ; la dépense même de la construction en sera diminuée ; on épargnera les barres de fer quarré qui servent de support aux briques ; les plaques seront moulées avec les piliers.

Auprès du fourneau où l'on veut recuire de grands moules, doit être une place libre, où l'on fasse ces moules, pour épargner la peine du transport, & le risque de les trop fatiguer ; la peine même de les retourner, de les ouvrir & de les fermer, seroit considérable, si tout cela se faisoit à force de bras : une machine rend ces manœuvres de force aisée ; une espece de grue m'a paru celle dont l'usage étoit le plus simple & le plus commode. La même sert non-seulement à faire le moule, & à le mettre dans un fourneau de recuit ; mais elle peut servir pour les opérations à quatre différents fourneaux, pourvû

qu'on lui donne un bras d'environ 12 pieds de longueur. Il eſt porté par un arbre qui tourne ſur deux pivots. Cet arbre pourroit avoir un pied, un batts, comme les grues ordinaires, qui mettroit en état de la faire marcher dans tout l'attelier ; mais il m'a paru qu'il valoit mieux multiplier les grues fixes que d'en avoir une mobile, qui ſeule embarraſſe plus que plusieurs des autres.

Ce ſeroit s'arrêter à ce qui n'a rien de particulier à notre Art, que de décrire comment avec des leviers on fait tourner un tour qui eſt porté par l'arbre de la grue, comment s'y dévide la corde qui paſſe ſur la poulie du bras de la grue. Il n'eſt pas même trop néceſſaire de voir comment on attache cette corde au moule, au moyen de diverſes autres cordes. Nous ferons ſeulement remarquer que pour faciliter cette opération, il y a aux coins des chaſſis des anneaux mobiles, dans des pitons rivés ſur ces chaſſis ; toujours voit-on que le moule étant ſuſpendu en l'air, il eſt aiſé de le conduire, de le coucher, & le bien ajuſter ſur le fourneau de recuit.

Un avantage de ces fourneaux inclinés, c'eſt que le moule peut y être autant mis en preſſe, qu'on veut ; car on peut le charger de poids à volonté, après que la couverture ſupérieure a été miſe : dans un attelier où l'on fond, on ne manque pas de poids. J'ai fait quelquefois charger un moule de balcons de pluſieurs milliers ; mais les vis dont ils ſont liés, exemptent de leur donner de ſi grandes charges. Nous avons dit que ces vis paſſoient dans un canon ; ſa longueur fait voir qu'il doit ſe trouver en-deſſus. En plaçant les piliers & la couverture, on ménage des places aux canons de ces vis ; elles ſe trouvent en-dehors du feu ; elles ne ſont pas en riſque de ſe brûler : & on peut les ſerrer pendant que le moule recuit, ſi on le juge néceſſaire.

Il eſt évident que la fonte qui entre dans un moule incliné, ne fait pas autant d'effort pour écarter l'une de l'autre les deux moitiés du moule, que celle qui entre dans un moule vertical. Il y a donc moins à craindre qu'elle ne s'ouvre des paſſages entre les deux chaſſis pour s'échapper, & de même qu'elle n'agrandiſſe des vuides où ſe formeroient les toiles.

Les panneaux de balcons, comme les balcons entiers, peuvent s'arranger dans ces ſortes de fourneaux ; on pourroit, & il y auroit de l'épargne à avoir un fourneau conſtruit de maniere qu'on y arrangeroit pluſieurs balcons les uns ſur les autres. Les piliers ſupérieurs ayant été placés ſur le premier moule, on coucheroit le ſecond ſur ces piliers, comme on couche le premier ſur ceux de la table. Seulement faudroit-il avoir attention, que le deuxieme moule ne cachât pas les embouchures du premier ; qu'il montât un peu moins haut, par conſéquent qu'il deſcendît un peu plus bas : ce qui engageroit à augmenter de quelque choſe la hauteur du fourneau.

Les moules des grands balcons ont ordinairement deux embouchures pour recevoir la fonte, & trois évents. Il eſt plus commode de verſer dans une embouchure, dont le plan eſt horiſontal, que dans une dont le plan eſt incliné. Afin que les embouchures des jets ſe trouvaſſent horiſontales, ou à peu-près, malgré l'inclinaiſon du fourneau, j'ai fait aſſembler un des montants de chaque chaſſis, avec ſes traverſes, dans l'inclinaiſon approchante de celle de la table ou fourneau, avec ſon plan horiſontal.

Les moules des grands vaſes peuvent, comme ceux des balcons, être mis dans des recuits inclinés ; cependant, comme les toiles y ſont moins à craindre, parce que les ſurfaces qu'ils oppoſent à l'impétuoſité de la fonte ne ſont pas des plans, l'effort du liquide n'eſt pas auſſi puiſſant, pour écarter les maſſes de ſable, qui d'ailleurs, ſont plus conſidérables par rapport à leur étendue ; de ſorte qu'on peut fort bien couler droits les moules de vaſes. On les poſe ſur leur baſe, qui doit être portée par une grille, ſous laquelle il y ait du charbon. Trois murs élevés autour de cette grille, forment le corps du fourneau. Une de ces faces reſte ouverte, afin que le moule y puiſſe être introduit, & en puiſſe être retiré plus facilement.

Quand il eſt bien en place, on bâtit le quatrieme mur, ce qui n'eſt pas un ouvrage long : mais il eſt plus court de boucher cette partie avec une plaque de fonte.

J'aimerois mieux encore qu'on conſtruiſît en entier les quatre faces de ce fourneau, avec quatre plaques de fonte ; les mêmes pourroient s'ajuſter ſur le champ, pour former des fourneaux de différentes grandeurs ; on pourroit les incliner plus ou moins, ſelon que le moule à recuire le demanderoit. Des pitons de fer engagés dans ces montants en différents endroits, dans leſquels on pourroit faire entrer des crochets, ſuffiroient pour tout cela, ce qui ſe pourroit exécuter de bien d'autres manieres.

Les moules de terre ne ſont guere d'uſage que pour des ouvrages de formes ſimples, telles que celles qui tiennent des vaſes ou des cloches, & qui n'ont d'autres ornements que ceux qu'on peut donner ſur un tour ordinaire. Notre objet & notre deſſein ne ſont pas de ſuivre le travail de cette ſorte de moulerie ; nous voulons ſeulement apprendre, comment on peut recuire les moules de terre ; nous prendrons pour exemple, ceux de l'eſpece la plus commune & la plus utile, les moules de marmite. Ils ſe font ſur le tour,

le tour; ils ſont compoſés de deux parties, d'un noyau qui occupe l'intérieur du moule, & d'une châpe qui en eſt la partie extérieure. Entre la châpe & le noyau, eſt le vuide qui a la forme de marmite, l'eſpace que le métal doit remplir. Pour lui donner entrée, la châpe ſe termine par un long col, aſſez reſſemblant à celui de quelques bouteilles; auſſi la figure extérieure de ce moule approche aſſez de celles de certaines cruches de terre.

Ils ſont faits d'une terre franche, paitrie en une certaine proportion avec du crotin de cheval; les Mouleurs les font ſécher, & même un peu cuire, avant de ſonger à les mettre en place pour y couler la fonte. Leur châpe eſt aſſez mince; ſa force n'eſt pas ſuffiſante pour ſoutenir le poids de ce péſant fluide; il ſe feroit aiſément des paſſages pour s'écouler : il n'eſt pas poſſible de ſoutenir de pareils moules dans une preſſe ordinaire; mais on en a imaginé une plus ſimple très-commode. Un épais lit de ſable étendu dans l'attelier, en fait les fonctions; on creuſe dans ce ſable; on y enterre les moules, de façon qu'il n'y a à découvert qu'une portion de cette eſpece de col où eſt l'embouchure du jet. Ce ſable bien preſſé, bien tapé autour du moule, le ſoutient de toutes parts : il met ſa châpe mince en état de réſiſter parfaitement à la fonte.

J'ai eu grand regret de me voir forcé à renoncer à cette façon commode de maintenir les moules. Mais l'expérience m'a appris qu'on ne pouvoit les chauffer au point de devenir rouges, pendant qu'ils étoient enterrés dans le ſable, ſans s'engager à une dépenſe que les ouvrages ne peuvent guere porter. J'ai mis le ſable dans des eſpeces de caiſſes de tôle, qu'on chauffoit par-deſſous : mais c'en eſt trop d'avoir à chauffer la maſſe de ſable avec les moules.

D'entreprendre de fortifier ces moules avec des liens ou des frettes de fer, ne m'a pas paru un expédient ſuffiſant; on ne ſçauroit en multiplier aſſez le nombre; la châpe ſe trouveroit trop foible où elles manqueroient : d'ailleurs, ces moules ſimples ſeroient par-là fort enchéris.

Mais un moyen preſqu'auſſi ſimple que de les enterrer, & qui eſt de peu de dépenſe, c'eſt de les enduire d'une couche de lut épaiſſe d'environ quatre à cinq lignes : ce lut doit être d'une terre qui ait du corps, & qui ſe retire peu. On peut le faire avec de la glaiſe paitrie avec du crotin de cheval, mais qui y ſera mis en moindre proportion qu'on n'en met dans la terre des moules. On n'étendra ce lut que ſur des moules bien ſecs. On le laiſſera ſécher lui-même à fond & peu-à-peu. Alors la châpe ſoutenue par le lut, ſoutiendra la fonte; & il ſera plus aiſé de faire chauffer les moules en terre ainſi luttés, qu'il ne l'eſt de faire chauffer les moules en ſable : l'objet ſera d'une bien moindre dépenſe.

On ne produira pas un effet équivalent à celui du lut, en donnant aux châpes une épaiſſeur égale à celles qu'elles ont ordinairement, & à celles de la couche du lut priſes enſemble. La terre du moule eſt plus foible que celle du lut, parce qu'il y entre plus de crotin de cheval. Je n'aurai garde de conſeiller d'en diminuer la quantité; car nous verrons dans le Mémoire ſuivant, qu'il contribue à adoucir la fonte.

Ces moules ne demandent aucune conſtruction particuliere dans le fourneau où on les fera recuire; ſon fond ſera élevé du terrein de quelques pouces, pour n'en pas reſſentir l'humidité. On y arrangera deux moules l'un à côté de l'autre, ſi l'on veut; ſa longueur n'eſt pas moins arbitraire. Tout autour, il aura un mur de brique qui montera de quelque choſe moins haut que le col ou le jet des moules. On jettera des charbons ſur ces moules; de petits jours ménagés dans le fond & dans les côtés du fourneau, les allumeront. Je dis de petits jours, parce qu'il ne faut pas un feu violent pour recuire ces moules, qui malgré leur lut reſtent toujours, & qui ſont compoſés en partie d'une matiere qui prend feu aiſément. On les cuira doucement pendant quelques heures, & on ne les chauffera vivement qu'une demi-heure avant d'y couler la fonte : un feu violent d'une longue durée les affoibliroit au point que le métal pourroit paſſer au travers.

Les couvercles ne ſont pas moins néceſſaires à ce fourneau qu'à tous les autres; il y en aura autant que de moules; vers le milieu ils ſeront échancrés de chaque côté en demi-cercle; au moyen de quoi, ils pourront tous ſe toucher, & laiſſeront cependant paſſer les cols des moules.

Mais pour bien faire chauffer le bas de chaque moule, le fond du fourneau ſera une grille, au-deſſous de laquelle il y en aura une autre qui ſoutiendra des charbons.

Fin du ſixieme Mémoire.



SEPTIEME MEMOIRE.

Moyens de ménager les ſables à mouler, de raccommoder ceux dont on s'eſt ſervi ; d'en faire de convenables dans le pays où le terrein n'en donne pas qui ſoient naturellement tels. Des matieres dont on peut faire des moules où la fonte a plus de diſpoſition à venir douce qu'en ceux de ſable. Des moules de terre & des moules de métal.

NOTRE nouvelle maniere de couler des ouvrages doux, engage à une dépenſe dont nous n'avons point encore parlé, & qui pourroit être un objet aſſez conſidérable à qui la mettroit en pratique dans des endroits où le ſable propre à mouler ſeroit auſſi cher qu'il l'eſt à Paris. Dans cette grande ville, on fait les moules d'un ſable qu'on tire de Fontenay-aux-Roſes ; une charge de cheval, ou plutôt d'un âne, avec laquelle on ne peut pas remplir beaucoup de chaſſis d'une grandeur médiocre, coûte depuis quarante juſqu'à ſoixante ſols. Les Fondeurs ne ſçauroient employer ſeul le ſable neuf, le ſable qui n'a jamais ſervi ; les ouvrages qui y ſeroient jettés, ſeroient pleins de ſoufflures : ils le mêlent avec d'autre qui eſt déja entré dans les moules. Le ſable neuf demande d'être plus échauffé que le vieux, & ils ne ſont en uſage de chauffer leurs moules que très-légérement ; mais dès que les moules ſeront chauffés au point qui convient à notre fonte, ils peuvent être faits de ſable neuf comme de vieux.

Nous avons donc de ce côté-là un petit avantage ; mais nous avons bien du deſſous par une autre conſidération : le ſable vieux, pour être employé, demande toujours une addition de ſable neuf; le ſable neuf lui donne du corps ; ſimplement humecté par l'eau, il n'en prendroit pas aſſez. Plus le ſable a été cuit, & plus il perd de ſon corps, & par conſéquent plus il demande de ſable neuf; on conſommera donc néceſſairement plus de ſable neuf, que les Fondeurs n'en conſomment ordinairement dans les campagnes. Où il ſe trouvera du ſable propre à mouler, il ne coûtera preſque que les frais du tranſport. On n'y vend point le ſable qu'on emploie à paver ou à bâtir : & de même on n'y vendra pas ; ou on vendra peu, le ſable à mouler ; là on ne ſongera pas à l'épargner : mais on y doit ſonger à Paris & dans bien des villes, & en voilà les moyens.

Les ſables qui ont aſſez de corps pour bien tenir dans le moule, ne ſont pas rares aux environs de Paris ; mais ils ne ſont pas tous auſſi propres, que celui de Fontenay-aux-Roſes, à recevoir & à conſerver des impreſſions délicates. Il n'importe au reſte, que le ſable ait cette diſpoſition à ſe laiſſer imprimer parfaitement, que dans la couche qui touche le modele ; les moules où l'on imprime des verres colorés, pour leur faire imiter les plus belles pierres gravées, ſont faits de tripoli ordinaire, excepté à leur ſurface qui eſt d'un tripoli de Veniſe paſſé à l'eau. On pourroit de même faire le corps de nos moules d'un ſable commun, & ne mettre que quelques couches du ſable de Fontenay-aux-Roſes. Quand on jetteroit, comme inutile, tout le ſable du moule où de la fonte auroit été coulée, il n'en auroit peut-être pas plus coûté au Fondeur, de ſable neuf de Fontenay, qu'il lui en coûte ordinairement.

Dans les pays où les ſables ne ſont pas propres à mouler parfaitement, c'eſt qu'ils ont un de ces trois défauts, ou d'être trop groſſiers, ou de n'avoir pas aſſez de corps, ou d'en avoir trop. On rendra le ſable le plus groſſier auſſi fin que celui de Fontenay-aux-Roſes, ſi on ſe donne la peine de le faire piler ; & cette façon ne ſera pas d'une dépenſe exceſſive, où on pourra établir des pilons mus par l'eau.

Si le ſable peche par le corps, on pourra lui en donner ; j'ai fait rendre même à du ſable de Fontenay-aux-Roſes, celui qu'on lui avoit ôté en le faiſant trop cuire. Qu'eſt-ce que du ſable qui a du corps ? C'eſt un ſable qui eſt mêlé en une proportion convenable avec une terre graſſe. Ajoutons de cette terre au ſable qui en manque, & nous lui donnerons du corps. Qu'on prenne donc quelque terre fine, comme de la glaiſe, du bol, ou une terre franche qui aura été ſéparée de ſon ſable par des lotions ; qu'on la réduiſe en poudre très-fine, qu'on la mêle avec le ſable qui manque de conſiſtance, qu'on arroſe d'eau ce mélange, qu'on le remue, paitriſſe ; & on en fera un ſable gras,

ou un ſable qui aura le corps qu'on lui vouloit : on produira encore le même effet, au moyen d'une terre fine délayée dans l'eau, dont on arroſera le ſable trop ſec. Plus la terre y ſera délayée, & mieux le mélange ſe fera : mais auſſi il en faudra arroſer ce ſable à plus de repriſes.

Dans les Manufactures, on pourra ainſi raccommoder à peu de frais les ſables uſés, les ſables qui ont été trop cuits. On aura une cuve où l'on portera tout le vieux ſable des moules : on l'y portera bien pilé. Auprès de cette cuve, on en placera une autre, de maniere que ſon fond ne ſoit que quelques pouces au-deſſous du bord ſupérieur de la précédente. On remplira en partie la plus élevée de quelque terre graſſe ; ou ſi cette terre manque dans le pays, on y mettra de la meilleure terre franche. On achevera enſuite de remplir d'eau cette cuve ; alors on remuera bien la terre avec un grand bâton, pareil à celui dont on ſe ſert pour détremper la chaux qu'on fait éteindre ; quand l'eau ſera devenue bourbeuſe, qu'elle ſe ſera ſuffiſamment chargée de terre, on la laiſſera repoſer pendant quelques inſtants, afin que les parties les plus groſſieres ſe précipitent ; après quoi, on ouvrira un robinet, par lequel l'eau bourbeuſe ſortira de cette cuve, pour ſe rendre dans celle où eſt le ſable. On agitera avec un bâton ce ſable, on le délayera bien avec l'eau. Quand l'eau, après quelques heures de repos, aura dépoſé toute ſa terre, on la laiſſera ſortir par un robinet, & on mêlera encore, avec le ſable, la terre qui peut être reſtée par-deſſus. Dans une journée, on rendra propre à mouler une grande quantité de ſable qui eût été inutile.

Où le bon ſable manque, on peut donc en faire de tel, en pilant celui qui eſt trop gros, & en ajoutant de la terre à celui qui manque de corps ; & de même avec une addition de terre, on raccommodera tout le ſable trop brûlé. Les Fondeurs en maniant le ſable, ainſi raccommodé, jugeront aſſez ſûrement, ſi on lui a fait prendre tout le corps dont il a beſoin, ou ſi on ne lui a pas trop donné, ſi la terre a été ajoutée en trop petite ou en trop grande quantité. Mais veut-on une eſpece d'épreuve parfaitement ſûre, on remplira d'un ſable reconnu pour bon, un chaſſis. Ce chaſſis étant ſoutenu horizontalement ſeulement par ſes bords, on chargera le ſable ſucceſſivement de différents poids, juſqu'à ce que ce ſable ſoit détaché, briſé par le poids qu'il ne pourra ſoutenir. On remplira enſuite le même chaſſis du ſable nouvellement préparé ou raccommodé, & on verra s'il ſoutient auſſi peſant que l'autre.

Enfin, ſi le ſable péche par trop de corps, on voit qu'il eſt aiſé d'y apporter remede ; qu'on lui emportera, par des lotions, ce qu'il a de trop en terre, ou qu'on lui ajoutera du ſable. Nous pourrions donner quelques regles, pour connoître par une eſpece de décompoſition du ſable, ſi la terre y eſt mélangée dans la proportion néceſſaire. Mais comme toutes les terres ne ſont pas elles-mêmes également graſſes, ces regles auroient à embraſſer bien des cas, & elles ne vaudroient jamais, pour les Ouvriers, l'épreuve dont nous venons de parler.

Avant d'avoir découvert, que ſi la fonte s'endurcit dans les moules qui ne ſont pas bien chauds, c'eſt qu'elle s'y trempe ; j'avois penſé que ſon endurciſſement pouvoit être attribué à la qualité du ſable dont les moules étoient compoſés. J'ai dit ailleurs, troiſieme Partie, troiſieme Mémoire, *pag. 75*, que j'avois tenté diverſes épreuves propres à apprendre s'il falloit s'en tenir à cette idée ; qu'au lieu de faire faire les moules de ſable de Fontenay-aux-Roſes, j'en avois fait compoſer de divers autres ſables, & même des matieres fort différentes des ſables, dont les Fondeurs ne ſe ſont peut-être jamais ſervis, & dont ils ne ſe ſerviroient pas commodément ; que j'en avois fait faire de poudre d'os, de poudre de charbon ſeul, de poudre d'os mêlée avec la poudre de charbon, de chaux & de craie. Le ſuccès d'aucune de ces expériences ne fut complet ; mais pluſieurs eurent une ſorte de réuſſite. Dans tous les moules, ce qui étoit mince fut trouvé dur ; mais dans pluſieurs, ce qui n'avoit qu'une épaiſſeur médiocre, comme celle de deux ou trois lignes, fut trouvé doux & certainement ne l'eût pas été ſi la même fonte eût été coulée dans nos moules de ſable, toutes les autres circonſtances étant pareilles ; car ſouvent ils n'avoient point été du tout chauffés, & jamais ils ne l'avoient été aſſez pour prendre un dégré de chaleur qui pût ſuffire au ſable.

Il m'a donc paru certain, que ſi les moules étoient faits de certaines matieres, la fonte s'y endurciroit plus difficilement que dans ceux de ſable ; & que peut-être il y auroit des matieres où étant coulées, elle ne s'endurciroit aucunement, dès qu'on donneroit aux moules qui en ſeroient faits, ce foible dégré de chaleur que les chaſſis de bois peuvent ſouffrir. Cette idée qui méritoit d'être ſuivie, m'a engagé à répéter pluſieurs des expériences dont j'ai parlé ci-deſſus, & à en tenter de nouvelles : peut-être pourtant n'en ai-je pas fait encore autant qu'elle le demanderoit ; mais ſi cette recherche paroît auſſi importante à d'autres qu'elle m'a paru, on travaillera apparemment à ſuppléer à ce qui pourra manquer ici. J'ai reconnu que le charbon, la chaux ordinaire, la poudre d'os & même la craie, étoient toutes matieres

propres, mais moins les unes que les autres, à faire des moules où la fonte se conserveroit douce, quoiqu'ils eussent été peu chauffés.

Le principe de cette propriété n'est pas difficile à découvrir; & connu, il conduit à prévoir quelles sont les matieres où on peut se promettre de la trouver à un plus haut dégré. Ce principe est, que plus les matieres des moules seront aisées à chauffer, & moins on aura à craindre qu'elles endurcissent notre métal. De-là il suit qu'en général les matieres les plus huileuses, les plus grasses, si d'ailleurs elles sont propres à former des moules, seront celles où la fonte prendra moins de dureté.

Les matieres les moins denses, celles qui étant réduites en poudre, forment des masses spongieuses & légeres, quoiqu'elles aient été pressées, sont encore celles dans lesquelles la fonte doit le mieux réussir; ayant moins de solidité, elles peuvent être échauffées par un dégré de chaleur, qui ne suffiroit pas pour échauffer au même point des matieres plus massives; d'où on peut prévoir ce que l'expérience confirme, que la fonte prendra moins de dureté dans des moules de chaux & même de craie, que dans des moules de sable. Chaque grain de sable est plus massif, que chaque masse de chaux de même grosseur. Il y aura donc plus de chaleur ôtée à la fonte, plus de chaleur employée pour chauffer une somme de ces grains de sable, qu'une pareille somme de petites masses de chaux; ou, ce qui n'est que la proposition inverse, le même volume de sable refroidira plus promptement le corps chaud qui le touchera, qu'un pareil volume de chaux ne refroidira un corps semblable, & chaud au même dégré.

Les premieres expériences que je fis de ces matieres, n'eurent pas tout le succès qu'elles auroient pû avoir; uniquement occupé d'en chercher une qui n'eût pas cette qualité d'endurcir que je soupçonnois au sable, je négligeois de chauffer les moules que j'en avois faits, autant que les chassis de bois peuvent le permettre, & autant même que les Fondeurs ordinaires chauffent leurs moules de sable: souvent je ne les chauffois point du tout. Depuis j'ai répété ces expériences, après avoir fait prendre aux moules toute la chaleur que les chassis de bois peuvent souffrir, sans se brûler; je vais rapporter comment ont réussi les différentes matieres que j'ai essayées; mais j'avertirai auparavant, que ceux qui voudront tenter les mêmes essais, doivent s'assurer d'une fonte bien douce ou bien adoucie: l'épreuve qui en rend certain est facile. On fondra un peu de cette fonte dans un creuset, au milieu de notre composition d'os & de charbon fondue: on la versera à terre: si elle se trouve grise & limable, elle est de la qualité dont elle doit être pour être jettée en moule.

1°. Ayant de la fonte telle que je viens de la supposer, j'ai fait faire un moule de cette craie blanche en pains, qu'on nomme *du blanc d'Espagne*. J'ai fait chauffer ce moule de la maniere dont les Fondeurs chauffent les leurs, & dont nous avons parlé dans la premiere Partie, Mémoire II, c'est-à-dire, qu'entre les deux moitiés du moule, dressées l'une contre l'autre, comme les deux premieres cartes des châteaux que font les enfants, j'ai mis des charbons allumés. Quand elles étoient chaudes au point où on ne pouvoit plus souffrir la main dessus pendant quelques instants, je faisois assembler ces deux parties du moule, & sur le champ le moule étoit mis & serré dans la presse; ce qui y a été moulé a été très-doux, très-limable, les barbes, quoique minces, pouvoient être emportées par la lime; s'il y avoit de la fonte dure, elle étoit uniquement dans les évents, dans les endroits qui étant éloignés des ouvrages n'avoient pû être autant échauffés que les autres, par la fonte même qui n'y étoit arrivée qu'après s'être un peu refroidie.

La craie a un avantage que n'ont pas bien d'autres matieres qui ne semblent pas moins spongieuses; elle a du corps; elle se soutient bien dans le moule; mais pour être en état de s'y soutenir, elle demande à être humide, lorsqu'on la travaille: & quand elle est séche, il y a une difficulté à l'humecter. Si l'eau tombe dessus par gouttes trop grosses, elle en fait des grumeaux, qu'on ne feroit disparoître qu'après l'avoir bien maniée & remaniée, qu'après l'avoir écrasée sous le rouleau à bien plus de reprises que les Fondeurs n'écrasent leurs sables. Pour s'épargner cette peine, on ne l'humectera qu'avec des arrosoirs très-fins. Des manieres plus sûres encore de l'humecter seroient, après l'avoir réduite en poudre, de la tenir dans la cave quelques jours avant de la mouler; de l'exposer à la rosée, ou de la suspendre dans des paniers d'osier, ou dans des especes de tamis au-dessus de la vapeur de l'eau, qu'on feroit bouillir dans un chaudron.

2°. Il est dommage que l'avantage qu'a la craie sur d'autres matieres, pour conserver la fonte douce, soit compensé par un défaut; les ouvrages qui y sont moulés, sont exposés à avoir des soufflures.

Plus les matieres sont réduites en des poudres fines, & plus elles acquierent de liaison; le sable commun bien lavé, & par-là bien séparé de toute terre, n'en a nulle: qu'on le pile extrêmement fin, alors ses grains pourront être liés par l'humidité. Comme la poudre de charbon un peu grossiere n'a pas assez de liaison, j'en ai fait faire d'extrêmement fine; étant humectée, elle s'est soutenue

dans

dans les moules. La fonte qui a été coulée dans le moule, lorsqu'il a été séché & chauffé, a été grise par-tout où elle n'étoit pas extrêmement mince : mais de la poudre de charbon seule n'avoit pas assez de corps pour se soutenir dans de grands moules.

3°. J'ai voulu éprouver un moule de farine; la fonte en sortiroit grise : mais il est difficile de mouler avec cette matiere, & la fonte brûle son moule en y entrant.

4°. La suie de cheminée est spongieuse & inflammable, & par ces deux qualités, propre à s'échauffer promptement : d'ailleurs elle a plus de corps que les meilleurs sables. J'en ai fait passer par un gros tamis, & j'en ai fait faire des moules; ils n'ont pas mieux soutenu la fonte qui y a été versée, qu'avoient fait ceux de farine. Le degré de chaleur de notre métal fondu a fait subitement gonfler & bouillonner cette matiere. Le moule a perdu sa forme, avant que la fonte ait eu le temps de la prendre avant de s'y être figée. Mais cette expérience m'a fait voir un fait digne de remarque. La fonte tirée de ce moule, avoit sa surface nette & blanche, presqu'au même point que l'auroit de la fonte limée. Nous tirerons peut-être ailleurs partie de cet effet, & nous verrons en même temps la cause d'où il dépend.

5°. J'ai fait piler de la chaux éteinte, & je l'ai fait passer au tamis. On a trouvé à la mouler les mêmes difficultés qu'à mouler la craie, mais la fonte qui y a été coulée, y est restée très-limable.

6°. Les os de seche ne seroient pas propres à mouler de grandes pieces. Les Metteurs en œuvre, les Orfévres, s'en servent pour faire des moules pour de petits ouvrages; & rien n'est plus facile que d'y mouler. On coupe de la partie spongieuse de deux os, autant qu'il faut pour les applanir, & qu'ils puissent s'appliquer l'un contre l'autre; entre ces deux os, on met la piece dont on veut avoir l'empreinte : on presse le tout, & la piece s'imprime. Comme la matiere de ces os est spongieuse, elle m'a paru avoir une des qualités propres à donner des ouvrages de fer doux; elle ne l'a pas fait pourtant aussi sûrement que quelques-unes de celles dont nous venons de parler.

7°. Dans la vûe de donner plus de consistance à quelques-unes des matieres, & pour les rendre en même temps propres à conserver la fonte plus douce, au lieu de les humecter avec de l'eau, je les ai humectées avec des huiles de navette, de lin & autres : j'ai trouvé qu'elles augmentent peu le corps des matieres terreuses, & qu'elles les rendent moins commodes à être moulées.

Quoique la poudre de charbon, la suie, la craie, la chaux, &c. ne se laissent pas mouler assez facilement, lorsqu'elles sont seules; ou qu'elles ne se soutiennent pas assez bien dans de grands moules, je n'ai pas cru qu'il fallût les abandonner entiérement. Nous eussions dû avoir regret à laisser inutiles les propriétés avantageuses que nous leur avons découvertes. J'ai donc essayé si nous pourrions nous en servir avec succès en les mélangeant différemment.

8°. Au lieu d'entreprendre de faire de grands moules avec la seule poudre de charbon, à quoi nous avons dit qu'on ne sçauroit réussir, j'ai fait mêler de cette poudre en assez grande quantité, avec du sable neuf de Fontenay-aux-Roses; ce qu'on peut faire en lui laissant autant de corps qu'en ont chez les Fondeurs le sable vieux mêlé avec peu de neuf. J'ai bien cru que les moules faits en partie de sable & de charbon, demanderoient à être plus échauffés que ceux qui seroient de pur charbon : mais aussi étoit-il évident, & l'expérience ne pouvoit y être contraire, qu'ils demanderoient à être moins chauffés que ceux de pur sable. Ce mélange de poudre de charbon & de sable, m'a toujours paru une excellente composition pour mouler notre métal. La dépense de la poudre de charbon est en partie compensée, parce qu'il en coûte de moins à chauffer les moules, qui ont d'ailleurs plusieurs avantages qui seront expliqués dans un autre Mémoire.

Un fait pourtant que nous n'obmettrons pas ici, c'est que le sable du moule en cuit moins, & peut par conséquent être employé plus de fois. Il se cuiroit moins de cela seul, que le moule est chauffé plus foiblement; mais à même degré & à même durée de chaleur, une terre qui est humectée par la partie huileuse du charbon, ne se cuira pas à beaucoup près autant qu'une terre seule.

Nous conseillerons donc très-fort d'employer cette composition pour mouler : mais nous avertirons que toute la poudre du charbon qu'on emploiera, doit être passée au tamis.

9°. J'ai pensé à composer un autre nouveau sable à mouler. La fonte sort douce des moules de la craie : elle sort telle encore des moules de poudre d'os. Les os ont trop peu de corps; la craie en a de reste, mais est difficile à humecter au point nécessaire, sans qu'il s'y fasse de grumeaux. Toute terre, même celle qui entre dans la composition de notre sable de Fontenay-aux-Roses, auroit le même inconvénient, si on la séparoit du sable avec lequel elle est mêlée; elle ne seroit plus propre à mouler, & le sable dont elle auroit été séparée, seroit pareillement inutile à cet usage. Sur ce principe, j'ai cru devoir mélanger de la craie avec de la poudre d'os, après les avoir fait passer l'une & l'autre par un tamis : quand le mélange a été bien fait, j'ai humecté cette poudre compo-

ſée. Alors elle a eu tout le corps que je lui voulois, & a été auſſi propre à mouler qu'un véritable ſable gras naturellement. Les moules faits de cette compoſition ſe ſont bien ſoutenus, & les ouvrages qui en ſont ſortis ont été très-limables.

Au lieu de craie, je me ſuis encore ſervi de chaux, qui, après avoir été éteinte a été pilée, paſſée par un tamis, & a été mêlée avec la poudre d'os : la poudre compoſée eſt devenue propre à mouler. La fonte s'eſt conſervée encore plus douce dans ces nouveaux moules, que dans ceux où la craie étoit entrée, &, ce qui mérite beaucoup d'attention, m'ont paru moins ſujets aux ſoufflures.

Si la poudre d'os étoit trop embarraſſante à recouvrer en aſſez grande quantité, on pourra mêler la chaux avec du ſable qui a déja ſervi : la compoſition ne ſera pas auſſi parfaite ; mais elle ſera bonne. Si les expériences continuées en grand, ſont auſſi favorables aux compoſitions où la chaux entre, que l'ont été les eſſais, ce nouveau ſable à mouler aura un avantage qu'on ne ſe ſeroit jamais promis : ce ſera un ſable qui reſtera toujours le même, quelque nombre de fois qu'on le cuiſe & recuiſe : la preuve en eſt ſimple. Nous l'avons fait de ſable cuit ou de poudre d'os qui ne peuvent pas changer d'état, tant qu'on ne leur donnera que le degré de chaleur que demandent les moules ; la chaux ne peut auſſi que reſter chaux, tant qu'elle ne ſouffrira que le degré de chaleur que nous faiſons ſoutenir à nos moules. Au lieu que les terres qui donnent le corps à nos ſables ordinaires, perdent le leur expoſées à un degré de feu aſſez léger : la chaux expoſée même à un degré de chaleur violent ne s'altere point du tout.

Enfin, ſi à notre mélange de chaux & de ſable, ou de chaux & de poudre d'os, on ajoute de la poudre de charbon, on aura une compoſition à mouler, qui raſſemblera toutes les qualités qu'on peut ſouhaiter.

Si on veut ménager la poudre compoſée qu'on aura faite, quelle qu'elle ſoit, ou ſi elle n'a pas aſſez de corps, on pourra, comme nous l'avons enſeigné, pour ménager le ſable de Fontenay-aux-Roſes, n'en faire entrer dans le moule qu'une couche de l'épaiſſeur d'une ou deux lignes, pour former les parois intérieures du creux du moule.

Les moules dont nous venons de parler, ſont tous du genre des moules en ſable. Les différentes matieres réduites en poudre, dont nous avons fait uſage ou tenté de le faire, tiennent lieu du ſable ordinaire, & s'emploient de même dans des chaſſis. Nous avons vû dans le Mémoire précédent, que ceux de terre ſe font ſans chaſſis. Le travail en eſt quelquefois un peu plus long ; mais on en eſt récompenſé par quelques avantages. Les pots & les marmites de fer ſe moulent dans certains fourneaux en ſable ; & dans d'autres peu éloignés des précédents, elles ſe moulent en terre ; les ouvrages des uns ne ſe vendent pas, ou guere plus cher que ceux des autres : d'où il ſuit que le prix des façons ne fait pas de différence ſenſible. Mais les Mouleurs en terre prétendent que la fonte ſort moins aigre de leurs moules : le fait eſt vrai ; les raiſons en ſont qu'on les ſeche beaucoup mieux que ceux de ſable ; dans la pratique ordinaire, ces derniers reſtent toujours très-humides. Mais la vraie raiſon, c'eſt que la matiere des moules de terre eſt bien moins compacte que celle des moules de ſable, & qu'elle s'échauffe bien plus aiſément. Il arrive que les Mouleurs en terre ſont contraints, en cherchant à donner du corps à leur terre, de faire un mélange équivalent à celui que nous avons conſeillé de la poudre de charbon avec le ſable. Ils mêlent leur terre avec du crotin de cheval, pendant qu'ils font ſécher leurs moules au feu. Cette matiere ſe ſeche, & même ſe brûle en partie ; mais ſi on les fait recuire, comme nous l'avons preſcrit, tout le crotin ſe réduit en charbon ; la caſſure d'une chape de moule refroidie, paroît alors toute noire ; de ſorte que les moules de terre ſont naturellement excellents pour conſerver la fonte douce ; & on les rendra encore meilleurs, ſi on donne la doſe de crotin plus forte, c'eſt-à-dire, auſſi forte que le moule la pourra porter.

Ce ſeroit un examen qui nous méneroit loin, que celui des terres propres à mouler ; en général, elles doivent, comme les terres à creuſets, ſoutenir une grande chaleur ſans peter, ſans ſe fendre ; elles doivent être maniables, douces ; elles doivent être de nature à ſe retirer peu pendant qu'elles ſechent. C'eſt pour leur donner cette derniere propriété & la premiere, que lorſqu'on veut mouler avec des glaiſes ordinaires, ou autres terres à pots & à creuſets, on les mêle avec du crotin de cheval. Communément les Mouleurs prennent de la terre qu'ils nomment *d'herbue*, c'eſt-à-dire, une terre telle que celle des prés, au-deſſus de laquelle l'herbe croît bien : celle-là eſt ordinairement de couleur noirâtre.

Du reſte, les terres à mouler ne ſont pas plus rares, que les terres à creuſets & à pots. Mais entre ces terres, il y en a de plus convenables les unes que les autres ; quelques-unes ont naturellement la propriété de ne ſe point fendre en ſéchant ; mais lorſqu'elles la doivent à un ſable groſſier, avec lequel elles ſont mêlées, elles ne conviennent pas pour des pieces fines.

Où les terres naturellement propres à mouler manquent, pourvû qu'on y en trouve de fines qui aient du corps, on peut toujours,

par des préparations, les rendre propres à mouler les plus beaux ouvrages; il n'y a qu'à mêler, avec ces terres, un fable fin, & l'y mêler dans la proportion qu'elles l'exigent. Comme pour faire du fable à mouler, nous mêlons de la terre avec du fable; fi on ne trouve point de fable affez fin, on rendra tel tout fable groffier, comme nous l'avons déja dit, en le pilant dans des mortiers.

Ce que j'ai trouvé de plus propre pour compofer d'excellente terre à mouler, c'eft la mine de plomb réduite en poudre & paffée au tamis; on la paitrira avec une terre à creufet pure; on n'emploiera de cette terre qu'autant qu'il fera néceffaire, pour donner du corps à la mine de plomb. Les moules de cette terre compofée pourront recevoir les impreffions les plus délicates : ils fécheront fans diminuer confidérablement de volume; ils foutiendront parfaitement le métal en fufion. Avant de l'y couler, on pourra les chauffer autant qu'on voudra; mais toujours fe fouviendra-t-on pour ces moules, & pour tous ceux de terre, de les faire parfaitement fécher avant de s'en fervir.

Les Potiers d'étain trouvent de l'épargne à couler leur métal dans des moules de cuivre : quoique ces moules coûtent beaucoup, leur durée dédommage de leur prix. J'ai auffi fongé à faire jetter le fer dans des moules de métal, & fur-tout dans des moules de fer même, fans négliger pourtant d'effayer ceux de cuivre qui coûteroient beaucoup plus cher. Ces moules durables me fembloient devoir être très-avantageux, pour une infinité de petits ouvrages dont le débit eft grand. Mais l'expérience m'a appris qu'ils ne convenoient nullement lorfqu'on fe propofe de les tirer doux du moule; & elle a fourni de nouvelles preuves de tout ce que nous avons établi jufqu'ici, fur la denfité de la matiere des moules. Nous avons dit que plus leur matiere des moules eft compacte, plus elle demande que les moules foient chauds, afin que la fonte ne s'y trempe pas. Je fis chauffer des moules de cuivre & des moules de fer, autant & plus que j'aie jamais fait chauffer ceux de fable. J'y fis couler de la fonte très-douce; ayant été retirée de ces moules, elle fut trouvée auffi dure & auffi blanche, que fi elle eût été coulée dans un moule de fable prefque froid. Le métal qu'elle avoit touché étant beaucoup plus denfe que le fable le plus compacte, l'avoit refroidie plus promptement.

Il y a diverfes circonftances que nous rapporterons dans la fuite, où l'on met dans les moules, foit de terre, foit de fable, des pieces de fer forgé, autour defquelles on veut que la fonte s'uniffe étroitement; par exemple, on peut fe contenter de fondre l'anneau d'une clef, & le faire tenir à une tige de fer forgé. Dans ce cas, on met dans le moule la tige au bout de laquelle la fonte doit fe mouler en forme d'anneau. Lorfque j'ai fait ainfi rapporter des pieces de fer forgé, il m'eft fouvent arrivé d'obferver un fait dont le phénomene précédent découvre la caufe. Les extrémités de la fonte qui touchoient le fer, étoient dures, & hors des atteintes de la lime, pendant que tout le refte étoit doux; le fer avoit trempé ce qu'il avoit le plus touché.

Il n'y a pourtant pas à défefpérer des moules de métal; pourvû qu'on les faffe chauffer beaucoup plus que les autres, on pourra s'en fervir. Mais le plus sûr fera de ne les employer que pour des ouvrages que l'on fe propofera d'adoucir, par les recuits faits, felon la méthode de la premiere Partie; & ces ouvrages qui feront moulés fans frais, reviendront à bon marché après le recuit. Ces fortes de moules conviendront généralement pour tous les ouvrages unis, ou peu chargés d'ornemens.

Un moule de métal, comme tout autre, eft au moins compofé de deux parties; il en aura fouvent trois, quand il demandera un noyau, & quelquefois en aura-t-il beaucoup davantage. L'Art du Potier d'étain donnera au nôtre des exemples de refte, des manieres dont on peut tenir affemblées les pieces dont un moule eft compofé. La pratique des Mouleurs en terre, fera peut-être encore plus commode pour la plûpart des cas; dès que les différentes pieces d'un moule auront été réunies, on l'enterrera dans du fable qu'on battra à coups de pilons ou de maillets : ce fable pourra être contenu dans des caiffes de grandeurs proportionnées à la grandeur & au nombre des moules qu'on voudra remplir tout de fuite.

La fonte fluide s'attache en bien des circonftances au fer forgé; c'eft de quoi même nous tirons parti ailleurs; elle s'attacheroit de même à d'autre fonte; & quoique la réunion ne fe fît pas parfaitement dans nos moules, elle empêcheroit quelquefois que l'ouvrage ne fût retiré facilement des creux où il auroit pris fa forme. Pour légere que foit la couche d'une matiere étrangere qui recouvrira la furface intérieure du moule, l'adhérence de la fonte qu'elle doit recevoir ne fera plus à craindre; & il importe que cette couche foit légere, pour ne point altérer la forme du moule. Avant de le fermer, il faut donc le revêtir d'une très-mince couche de quelque matiere; je n'ai trouvé rien de mieux que d'y employer la même compofition, avec laquelle les Mouleurs en terre frottent leurs noyaux & leurs châpes, dans la même vûe que nous avons à préfent; elle eft faite de poudre de charbon de bois blanc, pilé & paffé par un tamis fin. Ils détrempent cette

poudre avec de la lie de vin & de l'eau ; ils laiſſent enſuite repoſer le tout, & verſent dans un autre vaſe ce qu'il y a de plus liquide. Avec un morceau de filaſſe qui leur tient lieu de pinceau, & à qui ils en donnent le nom, ils mouillent de cette compoſition toutes les ſurfaces contre leſquelles la fonte fluide pourroit s'appliquer. On enduira de cette même compoſition l'intérieur des moules de métal, dans leſquels pourtant on ne verſera de la fonte que lorſqu'elle ſera ſeche.

Les Potiers d'étain, en quelques endroits, emploient au même uſage du vinaigre dans lequel ils ont détrempé de la ſuie ; ils ne prennent que le plus clair de cette liqueur : du noir de fumée vaut encore mieux. Enfin, il ſuffiroit d'enfumer les moules de métal, comme les Mouleurs en ſable enfument les leurs, c'eſt-à-dire, en les préſentant à la fumée de ces eſpeces de petits flambeaux de réſine qu'il leur a plû de nommer *des bougies*.

Fin du ſeptieme Mémoire.



HUITIEME

HUITIEME MEMOIRE.

Suite des procédés depuis que les moules ont été mis en recuit, jusqu'à ce que les ouvrages fondus en soient retirés, avec des remarques sur chaque procédé. Maniere de recuire les ouvrages dans les moules mêmes.

RAPPROCHONS à présent les unes des autres nos principales opérations; parcourons-les plus briévement que nous ne l'avons fait dans les articles, qui, chacun, n'en avoient qu'une seule pour objet; nous nous en représenterons mieux toute la manœuvre de notre Art, & les remarques qui tiennent en même temps à des procédés qui se suivent, en seront placées dans des points de vûes plus convenables. Supposons nos moules faits. Considérons-les posés & assujettis dans des fourneaux de recuit, soit droits, soit inclinés, soit bâtis de brique, soit de plaques de fonte, & qu'on les y chauffe avec du charbon. On mesurera le temps nécessaire à fondre la quantité de matiere, dont on veut les remplir, de façon qu'elle ne soit en bain que quand ils seront assez chauds. Selon la différente épaisseur de leur sable, ils demandent des durées de chaleur différentes. Ils veulent être aussi plus ou moins chauds, selon la qualité de la fonte dont on doit les remplir. Nous avons vû que telle fonte grise restera douce dans un moule, dont l'intérieur commencera à peine à rougir, pendant que d'autre fonte grise se durcira, si l'intérieur du moule n'est d'un rouge tirant sur le blanc. Enfin, le moule demande à être plus ou moins chaud, selon que les pieces qui y sont moulées ont plus ou moins d'épaisseur. L'attouchement d'une quantité égale de sable est moins en état de refroidir une grosse masse de matiere qu'une petite. Des pieces extrêmement minces, qui ne sont que des especes de feuilles, exigent qu'on chauffe leurs moules considerablement davantage que ceux des pieces massives; mais aussi leurs moules étant moins épais, sont plus aisés à échauffer.

De-là il paroît une espece d'impossibilité d'établir des regles précises. Il y a tel moule de terre, à qui une heure de feu suffira, & il y a des moules en sable à qui il en faudra plus de dix-huit. Ce ne sont pourtant que ceux d'une grandeur extraordinaire. Ceux qui seront dans les chassis de grandeur commune, ne demandent le plus souvent que huit à dix heures de recuit. C'est ce qu'on sçaura avec assez de précision, quand on aura fait essai dans ces moules de la fonte dont on est fourni. Pour même ne rien risquer, dès ce premier essai, on rendra les moules chauds au-delà de ce qu'ils ont besoin de l'être. La chaleur du moule seroit poussée excessivement loin, si elle alloit jusqu'à gâter quelque chose. On diminuera dans l'essai suivant, de celle qu'on avoit donnée dans le premier. Ainsi, dans peu on parviendra au point de ne consumer que le charbon nécessaire.

D'ailleurs on ne se conduit pas ici aussi à tâton qu'on se le pourroit imaginer: on voit, quand on le veut, l'état de l'intérieur du moule. On n'a qu'à ôter le bouchon qui est au-dessus du jet. Tout y est obscur, quand la chaleur n'a pas pénétré. Mais la clarté y vient, dès que les parois intérieures arrivent à quelque nuance de rouge: devenues lumineuses, elles se font voir sans ôter même le couvercle dont nous venons de parler: on reconnoît assez bien où en est le dedans du moule. Nous avons dit que ce couvercle, ou bouchon, est percé en arrosoir: quand l'intérieur du moule a pris un certain dégré de chaleur, il s'en éleve une petite flamme qui sort par les trous du bouchon: les nuances de cette flamme changent, & servent de regle; plus l'intérieur devient chaud, plus elles blanchissent. Pour tous les grands moules, comme ceux des balcons & des vases, on ne commencera à faire fondre le fer, qu'après que la flamme de l'intérieur du moule aura paru.

Quand on juge les moules au point où il ne leur faudra plus qu'une heure, ou une heure & demie de feu, & qu'ils demanderont pour être tous remplis environ deux cents livres de fonte, on commence à faire agir les soufflets pour la mettre en fusion. La quantité de matiere que nous supposons nécessaire, montre que nous prenons ici le travail en grand, dans une vraie Manufacture. Dès-là, il est clair que ce n'est pas d'un creuset de terre qu'on doit se servir, mais d'un de fer forgé pareil à ceux que nous avons décrits, premiere Partie, Mémoire pag. Là, nous avons expliqué la construction de l'espece de fourneau où on le place, qui a quelque ressemblance avec les affineries des petites forges: & c'est celui qui, jusqu'ici, m'a paru d'un usage plus commode

Il consiste dans un trou rond, qui est immédiatement au-dessous de la thuyere; là le creuset est porté par une espece de grille, à une profondeur telle que son bord se trouve à fleur, ou seulement quelques pouces au-dessous de la table; ou de la surface supérieure du massif de la maçonnerie de l'affinerie.

Au-dessous de la grille ou pieces équivalentes qui soutiennent le creuset, est une autre grille sur laquelle on met des charbons; la circulation de l'air seul peut suffire, pour les tenir bien allumés, & on les allume environ une demi-heure avant de commencer à fondre; car on ne commence à fondre, que quand le fond du creuset & partie de ses parois, sont extrêmement rouges: ce sont les charbons de la derniere grille qui doivent produire cet effet.

Le creuset qu'on met en place, a été luté intérieurement d'une couche de terre propre à résister au feu. Nous avons averti ailleurs (*Voy.* premiere Partie), qu'elle est nécessaire pour empêcher le fer fondu d'attaquer le fer forgé. Nous ajouterons à présent qu'outre cette premiere couche de lut, il est très-important d'en donner une seconde, d'un lut d'une autre espece. Celle-ci produit deux effets, l'un de conserver la douceur à la fonte, & l'autre de la tenir fondante. Pour faire sentir la conséquence de ce dernier, je rapporterai ce que je trouvai à la Manufacture de Cône, au voyage qui suivit celui où j'avois commencé à mettre le travail en regle. Lorsqu'on venoit à verser la matiere des creusets, il n'y en avoit qu'une partie qui fût versable; le reste étoit figé. Les Ouvriers avoient donné le nom de *gâteau*, & l'ont conservé à cette portion figée: quelquefois elle alloit à plus de la moitié de celle qui avoit été fondue. Ce que cet inconvénient avoit de plus fâcheux, n'étoit pas la dépense de la fusion faite inutilement. On étoit dans des incertitudes bien pires, surtout quand on avoit de grands moules à remplir. La capacité du creuset ne guidoit point, sur la quantité de matiere qu'on pouvoit se promettre. Un moule qui n'avoit pû recevoir que cent livres, n'étoit quelquefois pas rempli par le creuset qui en contenoit plus de deux cents. Il est certain qu'en chauffant plus vivement le dessous & les contours du creuset, on y eût entretenu la fonte plus fluide. Un soufflet qui eût agi sur les charbons, eût pû les animer au point nécessaire: mais aussi eût-on fatigué le creuset. Le second lut, dont je viens de parler, empêche la fonte de s'épaissir, quoique le feu de dessous le creuset ne soit pas violent; ce lut ne consiste qu'en une terre paitrie avec le crotin de cheval, qu'on mélange avec autant de poudre de charbon qu'il est possible, sans lui ôter toute consistance. On revêt l'intérieur du creuset d'une couche de cette composition, épaisse d'environ quatre à cinq lignes. J'avois donné cette pratique; on l'avoit négligée, parce qu'on ne la croyoit nécessaire que pour l'adoucissement de la fonte, qu'on avoit d'une autre maniere; mais dès qu'on l'eut reprise, il ne se fit plus de gâteau: la fonte du creuset couloit le plus souvent jusqu'à la derniere goutte.

Le creuset doublement luté, étant chaud suffisamment pour recevoir la fonte sans qu'elle s'y fige, on jette dedans de la composition en poudre, c'est-à-dire, de ce mélange de poudre d'os & de poudre de charbon, que nous avons enseigné ailleurs, ou même de la seule poudre de charbon. La mesure est d'en mettre environ épais de deux ou trois doigts sur le fond du creuset. Quand la fonte y tombe par la suite, elle souleve une partie de cette poudre; sa surface en est toujours couverte.

Tout étant ainsi disposé, on acheve de remplir le creuset avec des charbons noirs; on en met même jusqu'à ce que le tas s'éleve au-dessus de la thuyere: alors on leve la pile, & l'eau fait agir les soufflets de bois dont le vent allume les charbons.

Sous ces charbons est la fonte qui doit être fondue, c'est-à-dire, qu'ils couvrent le bout d'une longue piece, dont le reste pose sur la table de l'affinerie ou du fourneau. La figure & la grosseur de cette piece, ne sont pas indifférentes; elle peut avoir la figure d'une gueuze ordinaire; mais elle ne doit pas, à beaucoup près, en avoir le diametre: une si grosse piece fondroit avec plus de peine, & donneroit une fonte moins coulante.

Au lieu de gueuzes, on peut employer des pieces de fonte de même figure, qui ne pesent que cent ou cent cinquante livres, pendant que les gueuzes pesent quelquefois jusqu'à deux mille cinq cents & davantage. On les nomme *des gueuzards*; ils sont près de la moitié plus court que les gueuzes, & moins gros en plus grande portion.

Des morceaux de fonte courts, comme des fragments de plaques & autres, ne conviennent point ici. Le métal ne doit tomber dans le creuset que fluide; & c'est ce qui arrive à ce qui se détache du bout d'une longue piece. Mais des morceaux courts perceroient quelquefois les charbons par leur propre poids, & descendroient avant de s'être liquéfiés.

On a pourtant quantité de fragments dans une Manufacture; les restes des creusets, les pieces malvenues en fournissent: quoiqu'on ne les refondît pas pour les jetter en moule, ces débris ne seroient pas inutiles; on en peut faire du fer en barre, & même meilleur qu'avec les fontes ordinaires: on peut

aussi les refondre : mais pour le faire plus commodément au lieu de gueuzards, il faut, pour le travail ordinaire, avoir des pieces qui aient la forme, & on leur en donne le nom, de membrure, c'est-à-dire, des pieces longues & plattes, dont l'épaisseur soit au plus de deux pouces, & la largeur de six à sept ; en elle-même, cette forme vaut mieux que celle des gueuzards ; & de plus, elle donne la facilité de fondre les fragments sans risque : on en charge la membrure près de son bout. Elle ne les laisse tomber que lorsqu'ils sont fondus, ou que la partie qui les porte l'est : elle est rarement fondue avant les fragments qu'elle soutenoit.

A mesure que le bout d'une membrure ou d'un gueuzard se fond, la piece se raccourcit & se trouve plus loin de la thuyere ; aussi de temps-en-temps l'en rapproche-t-on : & de même de temps-en-temps, on la recouvre de nouveaux charbons.

Enfin, quand le creuset est plein, ou qu'il contient la matiere qu'on a voulu y faire entrer ; le Fondeur sonne une cloche, ou ce qui en tient lieu, frappe, avec un marteau, sur quelque plaque de fer, pour avertir les Ouvriers destinés à verser la fonte dans les moules, de se rendre : ils apportent l'armure du creuset près de l'affinerie ; ils ajustent dans les tenons les deux ringards, avec lesquels on la porte ; ils posent auprès la clavette qui servira à y arrêter le creuset : & tout auprès, un marteau & un soufflet à main.

Tout ainsi préparé, le Fondeur pousse sur la table de l'affinerie les charbons qui couvrent le dessus du creuset ; il amortit une partie de leur ardeur, en jettant dessus quelques cuillerées d'eau. Alors un Ouvrier monte sur l'affinerie ; il tient l'anse qui doit être rapportée au creuset ; il la passe dans les oreilles : aussi-tôt il passe dans cette anse un ringard qui doit servir à élever le creuset, & à le porter comme on porte, avec un bâton, un chaudron ou un seau. Il prend un des bouts de ce ringard, & un autre Ouvrier prend l'autre. Leur premiere action est de retirer le creuset de son trou, & de l'élever sur la table de l'affinerie. La seconde est de le descendre au bas de l'affinerie, & la troisieme de le placer dans l'armure. Dès qu'il y est, on emporte, avec un crochet, le gros des charbons qui y étoient restés ; & on le couvre en partie d'une plaque de tôle coupée quarrément, mais plus longue que large. Elle doit porter sur les bords du creuset ; mais elle doit laisser à découvert un espace auprès du bec. Enfin, on fait entrer à force dans les entailles des montants de l'armure, la clavette qui doit gêner le creuset, comme nous l'avons expliqué ailleurs, & qui gêne en même temps la plaque que nous venons de lui donner pour espece de couvercle. Il ne reste plus qu'à bien nettoyer cette partie du creuset, qui est entre le bec & la piece de terre cuite, qui forme une cloison ; & on la nettoye, comme nous l'avons dit, en l'écumant d'abord avec un ringard crochu, & ensuite en soufflant dessus avec le soufflet à main.

Pendant que tout cela se prépare, l'Ouvrier qui est chargé du recuit, dispose les moules, & ôte les couvercles du fourneau ; il range les charbons qui se trouvent sur le dessus des moules : il les fait tomber dans les foyers. Avec une pincette ; il souleve & détache les bouchons des moules qu'on veut remplir, de crainte que quelqu'un ne s'y fût attaché. Il les remet aussi-tôt chacun dans leur premiere place, pour ne les retirer entiérement de dessus chaque moule, que dans l'instant que la fonte sera prête à y couler.

Retournons à notre creuset : deux hommes saisissent un des ringards, & trois se mettent sur l'autre. Le poids à porter est augmenté de celui de l'armure ; deux hommes ne seroient plus assez forts, comme ils l'étoient, quand il ne s'agissoit que de porter le seul creuset. Si toute leur force étoit employée à porter, ils ne seroient pas maîtres de bien ajuster leur creuset au-dessus des moules, de l'incliner, de le redresser à volonté. C'est pour faciliter ces derniers mouvements, qu'il y a un homme de plus sur un levier que sur l'autre. Il tient une verge de fer courbe, qui est engagée dans le levier : ils la nomment *le gouvernail*. Considérons les deux leviers, comme s'ils passoient au travers du creuset, comme s'ils n'en faisoient qu'un qui lui servît d'arbre. En faisant tourner cet arbre sur son centre, on fait tourner le creuset, on l'incline, ou on le redresse selon le sens dans lequel l'arbre tourne. L'action de l'homme sur le gouvernail, est pour faire tourner le levier dans lequel il est engagé : les deux hommes qui portent l'autre, n'ont presque point de peine à déterminer le leur à suivre ce mouvement.

Laissons pour un instant nos cinq hommes chargés de leur creuset, pour considérer l'usage de quelques pieces qu'on met sur le fourneau de recuit, avant qu'ils y arrivent ; & pour l'entendre mieux, remarquons que dans le temps qu'on remplit un moule, le creuset doit être soutenu à une certaine hauteur, qu'on ne doit l'incliner qu'avec une certaine vîtesse, & jusqu'à un certain point. Il n'est pas sûr que des hommes, que le poids & la chaleur du creuset mettent mal à leur aise, s'entendent toujours assez bien pour agir de concert : mais ce qui leur reste à faire devient simple, dès qu'ils se trouvent presque déchargés de leur fardeau, & que ce fardeau se trouve naturellement placé à la hauteur convenable : c'est ce qu'opérent les deux pieces dont nous voulons parler. Ce sont

deux especes de chevrettes, pareilles à celles qu'on met dans les cheminées qui n'ont point de chenets, ou qu'on met quelquefois à côté des chenets. Les nôtres sont considérablement plus longues ; elles le sont autant que le fourneau, ou que la moitié au moins du fourneau de recuit. Une est placée dessus un de ses murs, & l'autre sur l'autre. Au lieu que les chevrettes ordinaires n'ont qu'un pied à chaque bout, celles-ci en ont un autre vers le milieu, ou même en ont d'autres de distance en distance. Tout ce qu'on se propose ici, est d'avoir, en chaque chevrette, une barre de fer soutenue horisontalement & solidement à une certaine hauteur au-dessus de chaque mur ; & c'est ce qui détermine la hauteur & le nombre des pieds.

Faisons marcher nos Ouvriers chargés du creuset ; dès qu'ils l'ont conduit au fourneau de recuit, ils élevent leurs ringards au-dessus des chevretres, & bien-tôt les laissent poser dessus. Ainsi, ils se déchargent de la plus grande partie de leur fardeau ; ils l'avancent ou le reculent à leur aise, jusqu'à ce qu'ils jugent le bec du creuset à une distance convenable du moule qu'ils veulent remplir : alors ils n'ont plus qu'à l'incliner. Celui qui tient le gouvernail, est principalement chargé de ce soin ; le métal coule, il tombe dans le moule. Dès que ce moule est rempli, on redresse le creuset, on le porte sur le moule suivant ; & ainsi on continue à les remplir les uns après les autres, tant que le creuset peut fournir de matiere, & cela sans risque ni fatigue, & avec beaucoup de justesse. Quelque commode pourtant que soit l'usage des supports, l'exercice a rendu les Porteurs de creuset si adroits & si sûrs, qu'ils négligent le plus souvent de s'en servir.

Il est cependant extrêmement essentiel, que les Verseurs soient bien maîtres de leur creuset ; dès que la fonte commence à couler, elle doit couler sans interruption. Le fil, le jet du liquide doit être continu, & tomber, autant qu'il est possible, dans le milieu de l'embouchure du moule. Un instant d'interruption cause quelquefois un défaut sensible; la reprise paroît; si la fonte tombe sur les bords de l'embouchure, souvent il se fait dans l'ouvrage d'autres défauts appellés *gouttes froides*. Ce sont des reprises plus petites, que celles qui se feroient en interrompant le jet, mais souvent plus marquées ; la fonte qui est tombée sur les bords du moule prend une direction différente de celle du gros courant; elle va seule pendant quelques instants ; & par-là plus exposée aux impressions de l'air, elle se refroidit & produit des défauts, dont le nom est pris de l'état des gouttes qui les ont occasionnés. La grosseur du jet sera aussi proportionnée à l'épaisseur des masses qu'elle doit former ; il ne seroit pas prudent de faire entrer à la fois une aussi grande quantité de matiere dans un moule, dont on veut tirer des plaques de quelques lignes d'épaisseur, que dans celui où se doivent mouler des pieces épaisses de plusieurs pouces.

Quelquefois la fonte qui est entrée dans un moule, en sort sur le champ par bouillons, même avant que le moule en soit rempli à beaucoup près; c'est une marque que le moule a conservé de l'humidité. Un moule froid, mais bien sec, ne fera pas bouillonner la fonte, & un moule quelque chaud qu'il soit, s'il est un peu humide, donnera des bouillons, qui ordinairement produisent des fautes dans l'ouvrage. Malgré ces bouillons, il faut pourtant continuer de verser jusqu'à ce que le moule paroisse véritablement plein.

L'inspection du jet de fonte qui tombe dans le moule, met en état de prédire assez sûrement quelle sera la qualité de l'ouvrage. Si elle est extrêmement pâteuse, si épaisse qu'elle coule difficilement, on a lieu de craindre que l'ouvrage ne soit *floux* ou en termes plus connus ~~que celui~~ de l'Art, qu'il ne soit pas moulé vif ; que les ornements n'aient pas le relief du modele ; que les arrêtes, qui devroient être aiguës, ne soient mousses & arrondies. Si la fonte, au contraire, est extrêmement fluide, que son rouge tire beaucoup sur le blanc, l'ouvrage court risque d'être dur, si le moule n'est pas extrêmement chaud, & si la fonte en elle-même n'est pas excellente. Mais si la fonte n'est que médiocrement fluide, ce qu'un peu d'habitude fait distinguer, & ce qu'on reconnoît à sa couleur, qui est d'un rouge assez beau, elle est de la plus propre à être jettée dans des moules chauds; elle s'y moulera parfaitement, & restera douce. Ce dégré de fluidité, qui est le meilleur pour les moules chauds, dont il s'agit à présent, n'est pourtant pas celui qui convient à ceux qu'on ne recuit point. La fonte qui entre dans un moule froid demande à être extrêmement fluide. Un Fondeur habile & attentif, donnera aisément à la même fonte ces différens dégrés de fluidité, selon les usages auxquels on les destine.

Nos expériences d'essais (III. Part. Mém. II.) nous ont appris que de la fonte grise qui a été mise en fusion dans un creuset ordinaire, où le feu n'agit sur le métal qu'après avoir traversé les parois, peut être coulée grise ; quoiqu'on n'ait employé aucune composition dans le creuset, si on la verse aussi-tôt qu'elle aura été fondue; qu'au contraire, cette fonte ne pourra être coulée que blanche, malgré la composition, si on la tient très-long-temps fondue. Le feu continué, augmente sa liquidité, la rend plus fluide; & il est très-difficile de ne pas couler blanche de la fonte trop fluide. Ce principe me mit en état de tirer parti d'une fonte excellente, qu'on étoit près d'abandonner.

d'abandonner. Elle avoit toutes les marques extérieures de la meilleure fonte; cependant après avoir été fondue par le vent de nos soufflets à eau, & reçue liquide dans nos grands creusets de fer, tous les ouvrages qui en étoient jettés dans les moules très-chauds, étoient très-blancs & très-durs. Dans cette maniere de fondre, la fonte n'acquiert point, ou acquiert peu de fluidité après être tombée dans le creuset: mais elle peut y tomber plus ou moins liquide, & y tomber tellement liquide, qu'elle sera dans le cas d'une fonte qui a souffert un long feu dans un creuset ordinaire. Je pensois que la fonte dont il s'agit étoit très-fondante de sa nature, & que le feu qui agissoit dessous étoit trop vivement poussé par le vent des soufflets: je fis percer le dessus des soufflets, d'un trou qui avoit plus d'un pouce de diametre; il s'échappoit presqu'autant d'air par ce trou, que par la buze du soufflet. Le vent pourtant fort assez fort encore pour fondre notre métal; & fondu par un feu moins actif, il prit un moindre dégré de fluidité: versé dans les moules, il donna des ouvrages très-limables.

Quand donc la fonte deviendra trop fluide pour être versée dans des moules chauds, on diminuera le vent des soufflets en en laissant échapper une partie par un trou percé à leur table supérieure. On peut avoir plusieurs de ces trous, de différens diametres, fermés par des bouchons. Ces trous seront autant de regiftres; on ouvrira les uns ou les autres, ou on les tiendra tous fermés, selon que le demandera la fonte qu'on veut couler.

Souvent un grand moule ne sçauroit être rempli par la fonte d'un seul creuset: tels sont ceux de quelques balcons & de quelques vases. Alors on fond en même temps dans deux ou trois fourneaux différents, & dans autant de creusets: on les retire du feu en même temps. Les moules des balcons ont deux embouchures; chacun des creusets, porté par un nombre d'hommes égal, verse en même temps dans une des embouchures. Les Verseurs ne s'embarrassent point dans leurs manœuvres; ceux d'un creuset sont près d'un des bouts du moule, & ceux de l'autre près de l'autre bout, dispofés de maniere que les ringards qui soutiennent l'armure d'un creuset sont paralleles à ceux de l'autre, & croisent à angle droit la bande supérieure du chassis du moule.

Les grands moules de vase n'ont qu'une embouchure: les Verseurs en ont moins de commodité à s'arranger; aussi ne versent-ils pas précisément en même temps. Les uns ne commencent à pancher leur creuset, que quand celui des autres est presqu'entiérement vuide: cela s'exécute pourtant avec assez de facilité.

Après que les moules ont été remplis, on les laisse refroidir jusqu'à ce qu'on puisse s'en approcher pour les retirer avec des tenailles, sans avoir trop à souffrir du feu. Retirés du fourneau, il ne reste plus qu'à les ouvrir pour en ôter les ouvrages: on ménage les chassis, si on n'a la patience de ne les séparer l'un de l'autre, que quand ils sont froids. Il y a toujours quelques coups de marteau à donner; soit pour faire sortir les clavettes, soit pour dégager les liens. Ces coups fatiguent les chassis, encore ramollis par la chaleur, & ne font point d'impression sur ceux qui sont froids. Si cependant on ouvre les moules, pendant qu'ils sont chauds, on trouve les ouvrages encore rouges, & alors leurs jets en sont plus aisés à abattre. L'une & l'autre pratique ont donc leurs inconvénients & leurs avantages: selon que les jets seront plus ou moins difficiles à casser, ou qu'il y aura plus ou moins de risque à tourmenter les chassis de certaines especes de moules, on ouvrira ces moules plutôt ou plus tard.

Il y a des pieces qui n'ont besoin, pour être moulées, que d'un seul chassis; & qui même ne peuvent être moulées sans chassis, telles sont toutes celles qui n'ont des ornements que d'un côté, & qui sont plattes de l'autre, comme les contre-cœurs de cheminées, & comme le seroient des chambranles. Ces pieces n'ont besoin que d'être imprimées sur le sable, comme on imprime un cachet sur la cire: si on a de bonne fonte, & qu'on ait conservé telle pendant la fusion, les moules de ces pieces demanderont à être très-peu chauffés, & quelquefois ne le demanderont pas du tout. La fonte qui aura rempli le moule, ne sera touchée d'un côté que par l'air, & peu exposée à se durcir, à se tremper, par les raisons que nous avons expliquées au long dans le IV. Mémoire de cette Partie. Aussi trouve-t-on souvent des contre-cœurs, & des plaques limables & perçables, qui ne le seroient pas si elles eussent été coulées dans un moule fermé: le plus sûr sera pourtant toujours de chauffer ces moules par-dessous.

On pourroit mouler certains balcons, comme on moule les plaques dont nous venons de parler, sçavoir, ceux qui n'auroient des ornements en relief que d'un côté, & qui seroient plats de l'autre.

En général, tous les ouvrages de fonte de bonne qualité & coulés dans des moules suffisamment chauds, en sont tirés limables & ayant le grain d'acier; mais nous avons averti, que si on veut leur faire prendre le grain de fer forgé, si on a besoin de leur procurer plus de corps, il en faut venir à leur donner des recuits. Nous sommes en état de leur donner ces recuits sans risque, & avec un très-prompt succès: recuisons nos ouvrages dans les moules mêmes où ils ont

été jettés. Nous ſçavons que le recuit opere d'autant plus promptement, que l'ouvrage eſt plus chaud ; qu'une grande partie du temps eſt employé à l'amener au dégré de chaleur néceſſaire. Certainement, nos ouvrages qui ne ſont que d'être coulés en moule, ne manquent pas de chaleur ; il ne s'agit que de les entretenir dans un dégré approchant de celui qu'ils avoient, lorſqu'ils ſe ſont figés. Pour cela, auſſi-tôt qu'ils ont été coulés, on remettra du charbon dans le fourneau de recuit, on ouvrira tous les regiſtres. Ici, il n'y a pas à craindre de trop chauffer ; les ouvrages ne ſe tourmenteront point, ne ſe voileront point. On les fondroit même ſans inconvénient, puiſqu'ils ſont toujours dans leur moule : la force ſeule du feu ſuffit pour recuire. Nous l'avons démontré dans la ſeconde Partie, & elle peut être aidée ici par la poudre de charbon, & la mine de plomb qui ſont entrées dans le moule. On ne manquera jamais de donner ce recuit aux ouvrages qu'on peut ſoupçonner de dureté ; & peut-être feroit-on bien de ne manquer de le donner à aucuns, au moins pendant quelques heures.

Dans cette eſpece de recuit, les ouvrages occupent bien de la place, & par-là ſemblent engager à une grande conſommation de charbon. Le dégré de chaleur qu'ils ont, lorſqu'on commence à les recuire, fait auſſi qu'on gagne ſur la durée du recuit. D'ailleurs, ils n'y ſont point expoſés à ſe voiler & à ſe brûler: ces avantages peuvent bien dédommager du charbon qu'on brûle de plus.

J'ai vû quelquefois tirer des moules des ouvrages où le ſable étoit ſi adhérent & ſi fermement lié, que c'étoit un travail très-pénible & très-long que de l'en détacher. Il n'y a guere de ciment plus dur que ce ſable l'étoit. La couche n'en étoit pas bien épaiſſe ſur les ſurfaces unies ; on y avoit priſe pour l'enlever, & on en venoit à bout, mais il a fallu encore en retirer celui qui s'étoit engagé dans les creux de diverſes pieces. Pluſieurs marteaux de porte ont été abandonnés ; il en eût coûté conſidérablement plus à les nettoyer qu'à en refondre d'autres. Cet accident au reſte n'eſt arrivé que juſqu'à ce qu'on ait été bien au fait des recuits, & il a ceſſé même avant que j'en connuſſe ſûrement la cauſe. Il me paroiſſoit difficile d'imaginer celle qui attachoit ſi fortement des grains de ſable les uns contre les autres, & qui les attachoit encore mieux au fer. Ce n'étoit ni l'excès, ni le manque de chaleur dans le moule ; l'un & l'autre cas avoient donné des ouvrages à qui le ſable n'étoit nullement adhérent. Mais j'ai reconnu par la ſuite, que cette adhérence étoit produite par l'humidité du ſable du moule. Nous avons dit ailleurs qu'un moule peut être humide, quoiqu'extrêmement chaud. Plus il ſera en même-temps chaud & humide, & plus le ſable ſe liera étroitement contre le ſable : l'humidité ſeule ne formeroit pas ce lien. Mais l'humidité fait rouiller le fer, & quantité d'expériences m'ont appris qu'elle le fait rouiller d'autant plus vîte qu'elle eſt plus aidée par la chaleur : l'eau eſt un diſſolvant du fer, & le feu augmente l'action de tout diſſolvant. Dès que la fonte s'eſt figée dans un moule chaud & humide, il ſe forme donc ſur ſa ſurface une rouille qui y attache les grains de ſable, & qui les attache les uns aux autres. Quand on veut faire bien tenir des gonds, on les ſcelle en plâtre ou en mortier : avant de les mettre en place, on les mouille dans du vinaigre, ou même dans du vinaigre qui a diſſous du ſel, & cela pour accélérer & augmenter la production de la rouille.

Fin du huitieme Mémoire.





NEUVIEME MEMOIRE.

Où on parcourt les différents ouvrages qui peuvent être faits de fer fondu; où on avertit des précautions, avec lesquelles quelques-uns veulent être jettés en moule & recuits; & où on fait connoître aussi quels sont les ouvrages qui ne doivent pas être faits de cette sorte de fer.

FAIRE de plus beaux ouvrages, les faire aussi bons, & à meilleur marché, sont les dégrés de perfection où l'on doit travailler à conduire les Arts; & ce sont des avantages que notre nouvel Art paroît avoir dès sa naissance, sur ceux qui jusqu'ici ont mis le fer en œuvre. Il est peu de ces Arts à qui il ne doive devenir utile : on en sera d'autant plus convaincu, qu'on fera plus d'attention aux usages immenses auxquels il peut s'étendre; nous allons en indiquer une partie. Peut-être pensera-t-on que nous saisissons volontiers cette occasion de donner plus de prix à nos recherches : ce qui est de sûr, c'est que nous ne sçaurions en être contents qu'à proportion de ce qu'elles deviendront utiles au Public; & pour les lui rendre plus utiles, au moins devons-nous lui faire entrevoir les fruits qu'il pourra en retirer, l'avertir de ne pas les négliger.

La Serrurerie est de tous les Arts en fer celui qui nous présente ce métal sous plus de formes différentes, & propres à plus d'usages différents; mais elle n'ose même entreprendre de le façonner jusqu'à un certain point, surtout pour de grands ouvrages. Nous avons déja dit que les grilles, les balcons, les rampes d'escalier, sont d'un travail médiocre : y veut-on des feuillages, des fleurons? tout cela n'est exécuté qu'avec une tôle mince. Veut-on en ornemens quelque chose de plus massif? on a recours au cuivre, & c'est au grand regret des Serruriers, toujours très-fâchés d'abandonner leur métal favori. Quand ils ont fait quelque chose de beau en pur fer, ils croient que la dorure même le gâteroit, ou qu'elle le feroit passer pour être de cuivre: car ce qu'il y a de doré dans la plûpart des grandes grilles d'Eglise, n'est presque jamais que ce qui a été rapporté en cuivre. Dès qu'on aura fait faire des modeles de grilles, de balcons, des fleurons qui doivent y entrer, on multipliera, autant qu'on voudra, les ouvrages de ce genre. Ceux qui ont des modeles de fleurons, qu'ils font jetter en cuivre, ont déjà une avance.

Les modeles des grilles, balcons, rampes, coûteront, mais ne coûteront pas autant qu'on se l'imagineroit. Ces ouvrages sont composés d'un nombre borné de pieces qui se répétent : on n'aura qu'à faire faire un modele de chacune de ces pieces, qu'on assemblera après qu'elles auront été adoucies. Les balcons, par exemple, ne sont qu'un assemblage de panneaux répétés, & il n'entre dans chaque panneau qu'un petit nombre de pieces différentes. On pourroit jetter un panneau entier en moule : mais il seroit plus difficile à mouler; il s'y trouveroit plus souvent des défauts; il demanderoit de plus grands fourneaux pour être recuit : il suffira de le mouler par parties. On en pourra faire les principaux montants en balustres, ou de quelqu'autre figure recherchée, au lieu qu'ils sont faits aujourd'hui de barres unies. Les chapitaux des pilastres ou des colonnes, leurs bases, qui aujourd'hui sont quelquefois de cuivre, ou qui sont trop minces en fer, pourront être jettés en moule avec toute l'épaisseur convenable.

Les pieces massives qui entreront dans les ouvrages de cette espece, ont assez de solidité d'elles-mêmes; elles n'ont pas besoin de prendre du corps par l'adoucissement; c'en sera assez de mettre leurs premieres couches en état d'être usées par la lime, & coupées par le ciseau. Si on avoit besoin de les percer, il faudroit les adoucir davantage; mais on abrégera le temps du recuit, si on fait réserver les trous dans le moule. Si ces trous doivent être en écrous, ceux qu'on aura réservés pourront être taraudés, quoique la piece n'ait pas été adoucie jusqu'au centre; une partie de l'épaisseur qui environne le trou, l'aura été. Deux autres especes d'ouvrages, vont encore nous donner l'idée d'une façon de ménager sur la durée du recuit.

Les marteaux ou boucles de portes cocheres & autres, sont aujourd'hui presque sans ornements, & coûtent autant que coûteront des marteaux de fer fondu très-ornés. L'endroit qui doit faire partie de la charniere, est un de ceux qui fatiguent le plus, & qui doit être percé : pour s'exempter d'une durée de recuit, que le corps du heurtoir ne demande pas; dans cet endroit, je fais mettre dans le moule une piece de fer forgé;

de figure, grandeur & épaiſſeur convenables: quand la fonte eſt jettée en moule, elle enveloppe une partie du fer forgé; elle s'y applique exactement: la piece de fer forgé eſt alors auſſi ſolidement unie avec la fonte, qu'elle le ſeroit ſi elle étoit de fonte même, & a l'avantage de ſe laiſſer percer ſans avoir beſoin du recuit.

Des feux pour les cheminées ſeroient encore des ouvrages très-chers, s'ils étoient ornés juſqu'à un certain point; il y en a à Paris d'un grand prix: on les fera à bon marché comme le reſte. Mais ſi j'en parle actuellement, c'eſt principalement pour faire remarquer que j'en ai fait recuire qui avoient été jettés en moule, avec une précaution qu'il eſt bon de ne pas ignorer. La tige du feu s'aſſemble avec la baſe à vis & à écrou; le bout de la tige doit porter cette vis; on avoit mis dans le moule une piece de fer forgé, taillée en vis par le bout: cela n'enchérit en rien la façon, & eſt de la beſogne épargnée pour le recuit.

Des deux faits précédents, nous paſſerons à une remarque générale & utile, pour quantité d'ouvrages de fer fondu; c'eſt que ſi on a à jetter en moule de groſſes pieces, & que ces groſſes pieces aient beſoin d'avoir du corps, qu'elles ſoient expoſées à fatiguer, & qu'on ne veuille pas s'engager aux frais de longs recuits; il n'y a qu'à faire placer dans le moule des pieces de fer forgé proportionnées à la groſſeur de l'ouvrage, & à la force qu'on ſouhaite lui donner. On n'y mettra, ſi l'on veut, qu'un fil de fer gros comme le doigt; & ſi on le veut, on y placera une barre de fer: le fer fondu ſe réunira bien avec le fer forgé, ils feront corps enſemble.

Au reſte, ceci n'eſt pas une pratique particuliere pour nos ouvrages de fer fondu; les Fondeurs y ont recours pour quantité d'ouvrages de cuivre, qui ſeroient trop caſſants, s'ils n'étoient ſoutenus par le fer. Les grandes boucles des ſoupentes des carroſſes, ſont ſouvent fourrées de fer. Dans les grandes Statues de bronze, il entre quelquefois des milliers de fer, pour donner de la ſolidité à toute la maſſe. Les Aigles des Pupitres & autres pieces pareilles, doivent grande partie de leur ſolidité au fer.

N'oublions pourtant pas un avertiſſemenr important, ſçavoir, que les parties des pieces de fer forgé introduites dans les ouvrages fondus, qui ſortiront en-dehors comme les branches des crampons des marteaux, que ces parties, dis-je, qui ſont de fer forgé, pourroient dans un long recuit devenir caſſantes, & plus caſſantes même que le fer fondu; les remarques par leſquelles nous avons fini le Mémoire précédent, le font prévoir: le fer trop recuit ſe deſſéche. Pour aller au-devant de cet inconvénient, on aura ſoin d'entourer ces parties de matiere, qui puiſſent fournir plus de parties huileuſes, que notre compoſition propre à adoucir. Le charbon en poudre fera cet effet, on en couvrira tout ce qui ſera de pur fer forgé. Qu'on mouille un peu ces pieces, & qu'après les avoir mouillées on les trempe dans la poudre de charbon, elles en prendront aſſez pour ſe défendre contre l'effet du recuit. Pour mieux leur conſerver même cette poudre, on peut la recouvrir d'une couche de terre ſablonneuſe détrempée à conſiſtance de pâte ou de ſable à mouler. On peut encore arranger ces pieces comme les autres dans le fourneau, & lorſqu'elles ſeront en place, mettre de la poudre de charbon tout autour de ce qui eſt de fer forgé.

Mais pour revenir à nos ouvrages de ſerrurerie, les cages des ſerrures, ou, en termes de l'Art, les palaſtres, même dans les plus ſuperbes appartements, ſont ſimples, unis; ſi on leur veut quelque beauté, on eſt contraint de les faire de cuivre, quoiqu'il ſoit toujours déſagréable de toucher ce métal: on fera en fer fondu les palaſtres les plus ornés & les plus recherchés.

Platines, targettes, verroux, fiches, en un mot, toutes les ſerrures qui n'ont point à fatiguer, pourront être du plus grand goût, & ne coûteront guere davantage que les unies coûtent aujourd'hui. Les clefs, telles que nous en faiſons, à préſent venir d'Angleterre, ſe feront à peu de frais; on en jettera en moule dont les panetons ſeront pleins, & on entaillera enſuite ces panetons ſelon la figure de la garniture à laquelle on aura envie de les faire ſervir. Ce ſont des ouvrages qui demanderont à être très-bien adoucis, afin qu'il reſte du corps au paneton, & qu'on puiſſe percer la tige. Je ne puis m'empêcher de parler ici d'une objection qui m'a été faite; elle prouve au moins qu'il n'eſt rien qu'on ne puiſſe attaquer par quelqu'endroit, & cela d'autant plus, que l'envie de conteſter n'a eu aucune part à cette objection. Des Magiſtrats éclairés d'ailleurs, ont regardé, comme une fort mauvaiſe choſe, le moyen de jetter une clef en moule; que ce devoit être une invention pernicieuſe: peu au fait de la pratique des Arts, ils avoient peine à comprendre qu'il ſeroit plus facile, à qui voudroit faire mauvais uſage d'une clef, d'en faire forger une, que de la faire mouler en fer; qu'immédiatement après qu'elle ſeroit forgée, on pourroit y fendre les rouets ou autres garnitures; au lieu que pour faire recuire celles de fer fondu, il faut du temps & de l'appareil; qu'en moins d'une demi-heure, on peut forger groſſierement une clef avec ſon paneton; que d'ailleurs, juſqu'ici on en a pu fondre en cuivre qui ouvriroient bien; & les filoux, que je ſçache, n'ont

n'ont pas eu encore recours à cet expédient.

Nous placerons encore ici un avertissement qui regarde plusieurs ouvrages. Quand il sera arrivé quelque accident léger à une piece qu'on aura moulée avec peine, si elle a quelque endroit où la matiere n'ait pas bien rempli le moule, on la limera, cisélera, en un mot, on la réparera sans s'embarrasser de ce défaut; on y apportera remede, en faisant ensuite en fer forgé, une petite piece semblable à celle qui auroit dû venir en fonte. On laissera à cette petite piece une queue qu'on taillera en vis, & on percera un écrou dans la place où elle doit être rapportée : si cela est exécuté avec adresse, on ne reconnoîtra pas l'endroit où la piece a été ajoutée.

Il y a encore une autre maniere de remédier aux défauts des endroits mal venus dans le moule. Ils ne pechent jamais par trop de matiere; c'est toujours par trop peu; il y peut rester des creux à remplir, des soufflures : on coulera dans les creux quelques gouttes de fer fondu. Mais afin que la fonte qui aura été coulée, s'attache parfaitement au reste, qu'elle y fasse corps, on chauffera le plus chaud qu'on pourra les endroits dans lesquels on veut la jetter : on recouvrira de terre les endroits qui sont proches de ces derniers, ceux où on ne veut pas qu'elle s'attache.

Les Fourbisseurs feront jetter en moule des gardes d'épée, & ils pourront finir en quelques jours, des ouvrages qui les tenoient plusieurs mois : ils ont déja leurs modeles; il ne leur en faudra pas d'autres que ceux qu'ils font mouler en cuivre ou en argent. A la vérité, ces épées n'approcheront plus du prix de celles d'or massif, comme elles ont fait ci-devant; mais on en débitera davantage. On adoucira de reste les gardes & les pommeaux, mais il faudra réitérer les recuits des branches qui, étant longues & minces, seroient plus exposées à se casser.

Les boucles de ceintures, de souliers, les étuis, les clefs de montre, les crochets de montre, & une infinité de colifichets n'occuperont plus, comme ils ont fait, des Ouvriers pendant autant de temps que les plus grands ouvrages : qu'on en ait les modeles, & on sera en état de les faire promptement.

Les roues des Diamantaires, les roues à applatir ou à écacher les fils d'or & d'argent, pourront être faites de fer fondu : ce sont des ouvrages chers.

Je crois que l'éperonnerie y trouvera aussi des avantages; les branches de la plûpart des brides fatiguent peu, & pourront être fondues : ce sont des plus difficiles ouvrages de la forge : j'en ai fait faire qui ont bien réussi. Si on est tenté d'y faire jetter des ornements, on n'aura qu'à les demander; on sera maître d'en placer par-tout : les filets réussiront encore mieux.

Un Art à qui notre adoucissement du fer doit épargner bien du temps, & qui s'en trouvera en état de faire les plus beaux ouvrages, est l'arquebuserie. Les platines de fusils seroient excellentes de fer fondu : j'en ai fait fondre plusieurs pour épreuve. On les laissera unies ou on les chargera d'ornements; ce sera à la volonté de l'Ouvrier; mais si on les orne, ce ne sera plus, ni si mesquinement, ni si chérement qu'aujourd'hui. Au lieu de quelques légeres figures en creux qu'ont à présent les plus finies, on pourra leur donner des ornements en relief, dans le goût de ceux des plus belles gardes d'épées; & si on y en veut de creux, on les fera semblables à ceux des plus beaux cachets. Je ne voudrois pourtant pas que les chiens & les batteries fussent faites de fer fondu; j'en dirai la raison dans la suite. Mais la plaque de couche, la piece qui recouvre le bout de la crosse, peut en être faite autant qu'aucune autre piece; & de même les porte-vis, les porte-baguettes, les ornements qu'on met auprès des vis qui arrêtent la platine. Si on fait les sous-gachettes de fer fondu, il faudra considérablement les adoucir, comme toutes les pieces qui sont grandes & minces. En un mot, ce peut être un objet d'épargne bien considérable pour les Arsenaux de Sa Majesté. On a proposé une idée très-ingénieuse & très-utile; c'est de faire toutes les pieces des fusils des Troupes de même calibre. Un fusil dont le canon est crevé devient inutile, parce que sa platine ou les pieces de sa platine, ne peuvent pas s'ajuster à un autre fusil; mais dès que toutes les pieces seront de même calibre, celles des uns pourront être remises aux autres; quelques pieces cassées ne rendront plus toutes les autres inutiles : ce qui restera du fusil le plus délabré servira à en raccommoder un autre.

Avec le temps, le Roi tirera peut-être un avantage plus important de ce nouvel Art. C'est par rapport à son Artillerie, & surtout par rapport à celle de Mer. Je ne rapporterai pas, sur ce sujet, autant d'expériences que je souhaiterois : je n'ai point été à portée de faire sur les canons, celles que j'aurois voulu tenter; mais il ne me paroît pas y avoir lieu d'appréhender que les expériences démentent ce que notre Art semble promettre sur cet article. On ne fait que de deux sortes de canons : les uns sont de cuivre rouge avec un mélange d'étain & de zinc : c'est ce qu'on nomme simplement *des canons de fonte*; on les appelle aussi *des canons de bronze*, & nous les appellerons toujours ainsi pour éviter l'équivoque de la fonte de fer. Les autres canons sont de fer fondu,

de matiere pareille à celle des contre-cœurs de cheminées de fontes grises. On les appelle simplement *des canons de fer* : les uns & les autres ont leurs défauts. On a fait bien des tentatives pour avoir des canons d'une troisieme espece, exempte des imperfections des deux précédentes. On a cherché les moyens de les fabriquer de fer forgé : c'est de toutes les matieres que nous connoissons la plus capable de résister aux grands efforts ; & la plus pressante résistance n'est pas trop forte pour tenir contre l'impétuosité de la poudre. Le fer forgé est incomparablement plus en état de résister, que ne le sont les fontes de cuivre ; des canons de fer forgé, plus légers, seroient plus forts. On est même contraint, par une raison particuliere, d'affoiblir la force que le cuivre pourroit opposer à la dilatation de la poudre : l'ame d'un canon doit conserver son diametre, sa rondeur uniforme ; si le cuivre étoit pur, il n'auroit pas assez de dureté pour résister au traînement du boulet ; on est donc obligé de l'allier avec l'étain & le zinc ; ce qui le rend plus dur, mais en même temps plus cassant : on le met en état de résister mieux au traînement du boulet, & moins en état de résister à l'effort de la poudre. D'ailleurs, les lumieres s'en agrandissent plus aisément : autre inconvénient très-considérable.

Les canons de bronze sont pourtant encore préférables aux canons de fer fondu. La matiere de ces derniers résiste plus au traînement du boulet ; mais elle est cassante, & de-là naissent deux inconvénients considérables, 1°. pour les rendre aussi forts que les canons de bronze, on est obligé de leur donner plus de poids qu'à des canons de bronze de même calibre. 2°. Quand ces canons crevent, ils ne s'entrouvrent pas simplement comme les canons de bronze ; leur matiere plus roide s'en va en éclats qui tuent des Canoniers, & répandent la terreur parmi ceux qui restent ; un canon une fois crevé, on ne charge plus les autres avec la charge ordinaire, les coups qu'on tire ensuite ne font plus d'effet : les combats de Mer ont souvent changé de face par un pareil accident.

S'il étoit possible de parvenir, sans de trop grandes dépenses, à forger des canons de fer, ils seroient sans doute incomparablement meilleurs que les autres : ils résisteroient mieux à l'effort de la poudre, & au traînement du boulet ; étant plus forts, ils ne demanderoient pas à être si épais. On a fait beaucoup de tentatives pour y parvenir, qui n'ont pas encore eu beaucoup de succès ; elles ont même ruiné un homme qui avoit du bien & du génie : on ne laisse pas d'en faire de nouvelles journellement ; il est à souhaiter qu'elles soient plus heureuses, & après tout il n'y a pas à désespérer.

Quoi qu'il en soit, on s'en tient à présent aux canons de bronze & aux canons de fer : l'Artillerie de Terre est de bronze ; mais la plus grande partie de l'Artillerie de Mer, tant celle des Vaisseaux du Roi que celle des Vaisseaux Marchands, est de fer : il en coûteroit des sommes trop considérables pour l'avoir de bronze. Les Vaisseaux cependant sont accablés sous le poids de leurs canons, & c'est sur-tout ce qui désole nos Négociants en temps de guerre ; ils seroient fort contents, s'ils pouvoient ne charger leurs vaisseaux que de canons de bronze.

Ce qu'ils trouvent de désavantageux dans cette augmentation de charge, n'est pas seulement de ce qu'elle tient la place d'un poids égal de marchandises. J'ai oui dire à des Négociants sensés, qu'elle ruine leurs Vaisseaux, qu'elles contribuent beaucoup à les faire entr'ouvrir. Le Vaisseau n'en est pas fatigué tant qu'il va vent arriere ; mais dès qu'il a le vent de côté, il est clair que le poids des canons, porté par une des moitiés du Vaisseau, tend à la séparer de l'autre : la position de ce poids est cause que son effort est plus puissant qu'il ne le seroit, placé par-tout ailleurs.

Il paroît incontestable, qu'au moyen de notre nouvel Art, on rendra les canons de fer fondu meilleurs qu'ils ne le sont aujourd'hui : le fer adouci sera certainement moins cassant ; mais le grand objet sera de sçavoir si on peut les amener au point de ne crever plus par éclats, lorsqu'ils seront adoucis. Je sçais qu'on ne peut pas attendre ce bon effet de toutes sortes de fontes adoucies : j'en ai même fait une sorte d'épreuve ; au lieu de grands canons, j'ai fait jetter en moule un canon de pistolet ; je l'ai fait très-bien adoucir, je l'ai rendu très-limable ; je l'ai chargé beaucoup plus qu'il ne devoit l'être naturellement, sans qu'il se soit crevé ; enfin, l'ayant chargé encore davantage, l'ayant presque rempli de poudre, il s'est crevé, & le mal est qu'il s'est crevé par éclats. Je ne crois pourtant pas que cette expérience doive faire désesperer de parvenir à faire des canons de fer fondu qui, en crevant, s'entr'ouvriront comme ceux de bronze. La fonte de ce canon de pistolet avoit été prise au hazard ; & j'ai averti qu'il y a des fontes qui donnent des fers adoucis incomparablement plus flexibles, que d'autres fontes ne les donnent : il faut donc essayer les différentes fontes ; & si on veut commencer à faire les essais sur des canons de pistolet, ils ne seront pas chers, & suffiront pour conduire à des épreuves plus considérables.

Pour amener des pieces de fer fondu aussi épaisses que le sont des canons au degré de souplesse nécessaire, il faudra leur donner de longs recuits avec nos poudres : mais la dureté des recuits n'ira pas aussi loin qu'on pourroit

se l'imaginer. Il y a des endroits où on est déja en usage de recuire pendant plusieurs jours les canons de fer ; après qu'ils ont été tirés des moules, on les entoure immédiatement de charbons allumés, ce qui produit peu d'effet. La durée de nos recuits ne sera peut-être pas beaucoup plus longue ; nous avons vû que des pieces épaisses de plus d'un pouce, n'en demandent que trois jours au plus ; le nombre des jours augmentera en plus grand rapport que l'épaisseur ; mais selon les apparences, il n'ira pas bien loin, & ces frais ne sçauroient entrer en comparaison avec les avantages qu'on en retirera.

D'ailleurs on fera ces recuits bien plus hardiment que pour les menus ouvrages ; on ne craindra pas de faire fondre des pieces si épaisses ; les écailles ne seront pas non plus au rang des inconvénients à appréhender. Une des difficultés sera d'avoir des fourneaux convenables ; on pourroit en employer de semblables à ceux dont nous avons fait usage jusqu'ici, avec la différence du petit au grand, & sur-tout du bas au haut. Qu'on imagine les creusets distribués, comme nous les avons distribués, & que celui du milieu a assez de profondeur pour recevoir un canon placé debout, & assez de longueur pour en contenir plusieurs arrangés de file. Enfin, cette matiere est assez importante pour qu'on fît des expériences, dont les frais n'iroient pas bien loin. On pourroit aussi bâtir des especes de tours, faire des especes de châpes plus grandes, mais semblables à celles dans lesquelles on moule les canons.

Comme nous n'aurions point ici à appréhender les écailles, des creusets parfaitement clos pourroient n'être pas si nécessaires.

Nous avons vû qu'on peut augmenter la force des ouvrages de fer fondu, en les fourrant de fer forgé. Cet expédient ne nous fourniroit-il point le moyen de faire des canons de fer, qui auroient toutes les perfections qu'on leur voudroit ? Qu'on assemblât des barres de fer, liées de distance en distance par des frettes de fer ; peut-être suffiroit-il de faire cet assemblage avec des rivets ; & dans ce cas, il ne seroit pas un ouvrage long. Ce bâtis de fer fourniroit une espece de noyau qu'on recouvriroit par dehors & par dedans de fer fondu. M. de Villons, après toutes ces tentatives sur les canons de fer forgé, avoit pensé qu'on ne pourroit, sans des frais trop grands, leur donner leur forme en entier, si on les faisoit de ce métal ; il avoit pensé d'en composer l'intérieur de fer forgé, qu'on revêtiroit par dehors de fonte de cuivre.

Après avoir parcouru les usages qu'on peut faire de notre fer fondu, dans le grand, dans le beau, & même dans le terrible, nous allons le considérer par rapport à des usages moins nobles, voir l'utilité dont il peut être dans les cuisines. J'avouerai pourtant que ce n'est pas le côté par où il me paroît qu'on en doive faire moins de cas. Dans le fond, il vaut mieux perfectionner les ustensiles qui y sont propres, que les armes meurtrieres : cette façon de penser n'est pas la plus élevée ; elle est au moins la plus humaine, & peut-être la plus sensée. On peut espérer de faire par la suite presque toute la batterie de cuisine de fer fondu, chaudrons, marmites, poëles à confitures, casseroles, bassinoires, &c. Le Royaume, dont on néglige les mines de cuivre, épargneroit par-là bien de l'argent qu'il fait sortir pour se fournir de ce métal. On a depuis long-temps des marmites & des chaudrons de fer fondu ; on ne s'en sert guere qu'aux villages & en quelques petites villes, & c'est pour épargner des vases de cuivre. Trois raisons ont empêché que les ustensiles de fer fondu de cette espece ne devinssent d'un usage plus général : 1°. Ils ont toujours un air mal-propre ; comme ils sont raboteux, tant intérieurement qu'extérieurement, il n'est pas aisé de les nettoyer. 2°. Ils sont plus épais que ceux de cuivre forgé, & par-là plus difficiles à échauffer. 3°. Enfin, ils se cassent aisément ; ils seroient mal entre les mains des Cuisiniers ; ils demandent à être ménagés : on ne peut qu'avec risque les frapper rudement ; sans cela une marmite, un chaudron de fer fondu, seroient presque des vases éternels : le feu ne les brûle point comme ceux de cuivre. Notre nouvel Art leve ces trois difficultés. On moule aujourd'hui ces vases moins minces qu'on ne le pourroit, afin qu'ils soient plus en état de résister aux chocs ; si cependant on ne trouve pas ceux qu'on fera mouler par la suite assez minces au sortir du moule, on achevera le reste après qu'ils auront été adoucis : on les travaillera sur le tour, comme on travaille les chaudrons de cuivre ; on les rendra aussi minces qu'il sera nécessaire, pour qu'ils s'échauffent promptement. Enfin, nos recuits les rendant moins cassans, ils remédient à la principale difficulté qui en a arrêté l'usage. Je n'ose espérer qu'ils leur donneront toute la souplesse du cuivre ; mais ils leur en donneront assez, pour qu'ils ne se cassent point, quand on aura une attention médiocre à les ménager. Il y a actuellement bien des maisons aisées, où l'on se sert de marmites d'une fonte de cuivre composé ; elles sont épaisses & cassantes, & cependant elles coûtent fort cher. L'avantage qui compense ces deux défauts, est qu'elles ne demandent pas à être étamées.

Aussi n'y a-t-il que la nécessité qui ait pû forcer à avoir recours au cuivre ordinaire, malgré son odeur désagréable, & malgré la nature de la rouille à laquelle il est sujet, qui est un dangereux poison. On a à la vérité très-bien imaginé d'étamer les vases de ce

métal, pour les préferver du verd-de-gris, & pour les empêcher de communiquer leur mauvaife odeur à ce qu'on y fait cuire, & qu'on y laiffe refroidir. La rouille du fer n'eft pas à craindre, & eft peu confidérable dans les vaiffeaux de fer fondu. Au rapport des Ménageres, ces vafes ne donnent aucun goût à ce qui a cuit dedans; elles affurent que la foupe eft excellente dans les marmites de fer fondu. Mais enfin fi on veut encore les défendre contre la rouille, rien n'empêchera qu'on ne les étame, comme les Serruriers étament les ferrures, les targettes, les verroux; comme les Eperonniers étament les branches & les mords de brides, & comme on étame les feuilles de fer. Je ne parle qu'après l'expérience. J'ai fait étamer par des Eperonniers des marmites de fer fondu, qui ont très-bien pris l'étain.

L'ufage de tout ce qu'on nomme *batterie de cuifine*, eft fi grand & fi général, que je n'héfite point à regarder cet objet comme un des plus importants de notre Art. C'eft beaucoup que de faire de plus belles grilles, de plus beaux balcons, de plus belles ferrures, de faire en général des ouvrages plus recherchés, plus ornés; on pourroit pourtant douter s'il y a à gagner pour le genre humain, en multipliant, jufqu'à un certain point, ce que nous appellons *beau*, & qui eft fimplement beau. Si on avoit le fecret de bâtir des Palais à auffi peu de frais, & auffi promptement que des chaumieres; fi les petites maifons étoient foudainement changées en fuperbes édifices, nous ferions frappés de la nouveauté du fpectacle; mais bientôt il eût autant valu que nos maifons ordinaires euffent fubfifté. Nous confidérerions, avec moins de plaifir & d'attention, les Tableaux des grands Maîtres, fi les Barbouilleurs avoient trouvé le fecret d'en faire de pareils. Nous ne fçavons juger que par comparaifon, de ce que nous appellons *beau*; mais en tout temps, nous pouvons juger de ce qui a un rapport direct avec nos befoins, de ce qui eft bon: nous avons toujours avec quoi le comparer.

Ne s'inquiétera-t-on point, (car on eft quelquefois étonnamment humain, quand il s'agit de faire des objections;) ne s'inquiétera-t-on point, dis-je, de ce que deviendroient tant de Chaudronniers, fi la batterie de cuifine fe faifoit de fer pour la plus grande partie? J'ai vû un grand Magiftrat s'oppofer au privilége demandé pour une nouvelle machine, par une raifon de cette efpece. Je répondrai ici ce que je lui répondis, pour celui qui follicitoit un jufte privilége, que fi on eût toujours eu une pareille fenfibilité, nous n'aurions, ni moulins à vent, ni à eau, ni à chevaux. Le bled étoit pilé à bras dans des mortiers, avant qu'on fçût l'écrafer fous des meules mues par des chevaux; combien cela occupoit-il de gens? Les moulins à eau, au grand avantage du genre humain, ont reftraint l'ufage des moulins à bras & à chevaux, au cas de néceffité: l'invention des moulins à vent, affez récente, fupplée aux moulins à eau, qu'on ne peut conftruire partout. Je ne crois pas auffi, pour revenir à nos Chaudronniers, qu'il y eût beaucoup de gens qui vouluffent charitablement leur acheter des uftenfiles de cuivre, uniquement pour les faire vivre, fi ceux de fer étoient meilleurs & à meilleur marché. Mais qu'on ne s'inquiete point; on leur trouvera de l'occupation de refte: ils travaillent déja en fer; ils font des réchauts & d'autres petits ouvrages; ils s'exerceront davantage à travailler ce métal; ils le répareront, tourneront, &c.

S'il étoit poffible de faire en fer forgé tous les uftenfiles de cuifine qu'on fait en cuivre, il n'y a pas lieu de croire qu'on y eût employé ce dernier métal. Si l'Art y eût pû parvenir, on feroit des marmites, des cafferoles, des chaudrons de fer battu, comme on en fait des poëles à frire. Mais le fer n'a pas une foupleffe qui lui permette de fe laiffer contourner autant qu'il eft néceffaire; & ce qui lui manque fur-tout, c'eft de fe laiffer *rétreindre*: c'eft cette derniere qualité qui donne le moyen de faire au marteau des vafes de plomb, de cuivre, d'or & d'argent. On forge de fer une poële à frire, parce que les bords de la poële font plus évafés que fon fond. Si on avoit une pareille poële faite de cuivre ou d'argent, on pourroit la changer en un vafe de quelle forme on le voudroit; en frappant fur ces bords par-dehors, on les retréciroit de façon qu'ils laifferoient une ouverture beaucoup plus étroite que le fond d'où ils partent, c'eft ce qu'on appelle *rétreindre*; mais il n'y a pas moyen de rétreindre ainfi le fer. J'ai oui parler d'un Ouvrier, qui avoit eu l'adreffe de faire de fer forgé, une efpece de bouteille à long col, qui étoit parvenu à le rétreindre à ce point. Mais ce n'avoit pû être qu'après beaucoup de temps, après un nombre prodigieux de chaudes; & un pareil ouvrage en fer, étoit devenu plus cher par la façon, que s'il eût été d'argent, & peut-être d'or.

On fait, à la vérité, des vafes de fer plus étroits par en-haut que par en-bas: tels font nos caffetieres. Mais on fçait que le fer de ces fortes de vafes n'a pas été rétreint; il eft quelquefois de différentes pieces, dont les bouts repliés les uns fur les autres font retenus feulement par de la foudure: ce qui eft caufe qu'on ne fçauroit les expofer au feu, que quand ils font pleins d'eau, qui empêche le vafe de prendre le degré de chaleur qui feroit fondre la foudure.

On pourra, avec le fer fondu, faire à l'avenir

l'avenir des poëles dignes d'échauffer les appartements, où ils trouvent place dans le Royaume depuis quelques années.

Les grands vafes à fleur dont on pare les parterres, auront en fer les formes les plus gracieufes, comme en bronze, & pourront être auffi bien réparés: enfin, on pourra mouler en fer une infinité de ftatues, de buftes. Le petit cheval de fer fondu, qui eft dans le cabinet de Sa Majefté à Verfailles, ne fera plus au nombre des ouvrages rares par leur matiere. S'il y a quelque chofe à quoi le fer fondu convienne, c'eft certainement aux ouvrages qui ne font faits que pour être expofés en vûe, & qui n'ont point à fatiguer.

On fait en cuivre ou en potin des flambeaux, & une infinité d'autres uftenfiles, qui pourront auffi être faits de fer fondu.

Voudra-t-on dorer ou argenter nos ouvrages de fer fondu, on n'y trouvera nul obftacle; ils fe doreront & argenteront, comme le cuivre; ils auront auffi, comme le fer, leur efpece de dorure particuliere: on pourra les dorer d'or damafquiné, comme on dore les fufils & les gardes d'épées. Des feux, des flambeaux, des bras, des luftres de fer fondu, à qui on feroit prendre le violet, & fur lefquels on jetteroit enfuite de legers ornements d'or damafquiné, feroient de magnifiques ouvrages, & d'un grand goût.

On peut tirer parti de tout; les inconvénients même qui s'oppofent aux recherches qu'on fe propofoit, peuvent fouvent tourner à profit. C'en a été un pour les premiers ouvrages que nous avons tenté d'adoucir, que de les voir expofés à s'écailler: mais cet inconvénient n'eft pas général pour tous. On emploiera hardiment la poudre d'os feule pour les ouvrages unis, ou pour ceux dont les ornements ne font pas délicats: l'adouciffement en fera plus prompt. Il y a même des ouvrages unis qu'on doit chercher à faire écailler; ce font ceux qui fortent du moule plus épais qu'on ne les voudroit; les marmites, les cafferoles font de cette efpece; fi ces vafes ne font pas fortis du moule, affez minces, tout ce qui fera détaché par les écailles, fera autant de gagné fur ce dont il faudroit les ufer, foit à la lime, foit fur le tour.

J'ai donc fait des expériences, où non-feulement j'ai employé, à deffein, la poudre d'os feule: je me fuis même fervi de glaife, de chaux ordinaire, & de gypfe calciné. La chaux feule fait beaucoup plus d'effet que la glaife: le gypfe feul en produit trop; il pourroit creufer. Mais pour modérer fon activité, je n'ai entouré l'ouvrage que d'une couche mince de cette poudre, & j'ai rempli le refte du creufet de poudre d'os à l'ordinaire: alors les écailles n'ont eu qu'une épaiffeur convenable; elles deviendront plus ou moins épaiffes, felon que la couche de gypfe ou de plâtre fin, qui entourera l'ouvrage, fera plus ou moins épaiffe, & auffi felon la durée du feu. Mais il faut faire en forte, que les ouvrages qu'on fera écailler chauffent également, fans quoi les écailles fe trouveroient d'épaiffeurs trop inégales.

Je rapporterai, à l'occafion du gypfe, une expérience qui ne fait pourtant rien au fond de notre Art; c'eft que lorfque j'ai débouché & renverfé les petits creufets, dans lefquels j'avois mis de cette poudre feule autour du fer fondu, avant d'avoir donné le temps à la fonte de fe refroidir entiérement, mais pendant qu'elle n'étoit que d'un rouge très-brun, très-foncé; dans ces circonftances, dis-je, j'ai vû des flammes s'élever de plus de vingt endroits de cette poudre: elles avoient la couleur de celle du foufre commun. Le fer fondu, qui a été entouré de gypfe, a auffi toujours pris une odeur de foufre infupportable. Une autre remarque, c'eft qu'il m'a paru que le gypfe fait beaucoup plus écailler les fontes blanches, que les fontes grifes, & qu'il fait plus écailler & plus promptement le fer forgé, que le fer fondu.

Nous avons parcouru jufqu'ici les principaux ufages qu'on peut faire de notre nouvel Art; nous ne devons pas être moins attentif à arrêter les efpérances trop avantageufes qu'on en pourroit concevoir; nous en avons fenti la néceffité depuis que nous avons eu donné les fondements de cet Art, dans l'Affemblée publique de l'Académie du mois de Novembre 1721. Nous avons été obligés plus de fois à faire rabattre de ce qu'on s'en promettoit de trop, qu'à répondre aux difficultés qu'on auroit pû former contre divers ouvrages de ce fer. A entendre certaines gens, il falloit abandonner tout le travail de la forge; ils auroient voulu qu'on eût tout jetté en moule, jufqu'aux ouvrages les plus fimples, & je crois jufqu'aux barres de fer: on veut qu'une découverte ferve à tout, & par-là fouvent on la rend inutile. Il y a tel remede qui eft à préfent ignoré, qui feroit encore en grande réputation, & qui mériteroit d'y être, fi on fe fût tenu à en faire ufage dans les cas où il avoit réuffi d'abord, fi on n'eût pas voulu l'étendre à toutes les maladies. Afin qu'on ne faffe point d'auffi mauvais emplois de nos fers fondus, nous avertiffons, avec grand foin, qu'ils ne doivent jamais être la matiere des ouvrages qui demandent à être d'un fer très-doux, très-pliant. Ce feroit en abufer que d'en faire, par exemple, des canons de fufil, puifqu'il y a même quantité de fers en barre qui n'y font pas propres. Je ne fçais fi le chien du fufil, qui frappe avec une percuffion très-prompte, peut même être fait de fer fondu. Les ouvrages de fer qui ont beaucoup à fatiguer, doivent en général être faits du fer le

plus doux; par conséquent le fer fondu ne leur convient point. Tous les ouvrages grands & très-minces, dès qu'ils auront quelque chose à soutenir, ne doivent point être de fer fondu.

D'ailleurs, on ne doit chercher à faire de ce fer que des ouvrages, dont le travail est long à la lime & au marteau: tout ce qui ne demande pas de longues façons, doit se faire de fer forgé. Nous avons dit qu'on feroit de fer fondu des clefs chargées d'ornements; ce seroit mouler pour peu de profit, & courir risque de faire de moins bons ouvrages, que de faire de fer fondu des clefs ordinaires. Il y a d'autant plus à gagner sur les ouvrages de fer fondu, qu'ils seroient plus longs à finir à la maniere ordinaire; & il en restera assez de ceux-ci, pour que les avantages de notre nouvel Art s'étendent loin. Ce fer pourra être la matiere de bien des especes d'ouvrages, que nous n'avons pas indiqués. Peut-être aussi trouvera-t-on des inconvénients à en faire quelques-uns de ceux pour lesquels nous l'avons jugé propre.

Les ouvrages de fer fondu bien moulés & limés avec soin, ne sçauroient souvent être distingués à la vûe de ceux de fer forgé. Il y a pourtant des circonstances, où, quoiqu'ils soient aussi bons que les autres, il faut pourtant que celui qui peut s'en servir, sçache quelle est leur origine; & ce seroit tromper celui à qui on les vendra, & à sa perte, de les lui vendre pour de fer forgé. Expliquons-nous davantage par un exemple. Si on vend des fiches très-chargées d'ornements à un Serrurier, & même à un Particulier, il leur sera facile de reconnoître qu'elles ne sont pas de fer forgé. Mais si on leur vend des fiches unies, & qu'on veuille leur persuader qu'elles sont de fer forgé, quoiqu'elles soient de fer fondu, il peut être mal-aisé qu'ils le reconnoissent. Ces fiches de fer fondu, une fois mises en place, soutiendront la porte, comme feroient des fiches de fer forgé. Mais pour être mises en place, elles exigent quelquefois des précautions, que n'exigeroient pas les autres. Si la partie qui est destinée à entrer dans le bois, a besoin d'être redressée, l'Ouvrier qui la croira de fer forgé, frappera dessus trop hardiment; peut-être la cassera-t-il: au lieu que s'il eût sçû qu'elle étoit de fer fondu, il l'eût frappée à froid à petits coups, ou même il l'eût fait chauffer pour la ménager davantage.

L'avidité de gagner trouve le moyen de faire faire de mauvais usages des meilleures choses. Pour obvier à celui dont nous venons de parler, peut-être seroit-il à propos que tous les ouvrages unis de fer fondu, qui se débiteront dans les grandes Villes, fussent marqués pour tels. Les Syndics ou Jurés des Communautés des Serruriers, ou autres Communautés, pourroient être chargés de poser cette marque. Mais ce seroit faire un plus grand mal, que celui auquel nous nous proposons de remédier, que de mettre cette marque entre les mains des Traitans; & si cela arrivoit, nous aurions grand regret à l'avis que nous venons de donner. Néanmoins, comme c'est une espece de gens qui pensent à tout, pour s'enrichir en vexant le Public, sous prétexte d'utilités, souvent imaginaires, ils y auroient apparemment pensé d'eux-mêmes: heureusement nous vivons sous un regne, où on est peu disposé à recevoir leurs propositions.

Mais pour revenir à nos ouvrages de fer fondu, chaque Ouvrier pourroit avoir chez lui un fourneau, où il adouciroit les ouvrages qui concernent sa profession. Cependant, comme il en est peu qui veuillent & qui puissent s'écarter de leur travail ordinaire, qu'il y a même plus de profit pour eux à faire toujours la même chose, il seroit plus avantageux, pour le Public, qu'il y eût des Ouvriers établis qui travaillassent à adoucir les ouvrages de fer pour tous les autres, qui fussent des Adoucisseurs de fer en titre. Si l'Ebéniste, l'Horloger, le Fourbisseur, le Serrurier; & de même, si divers autres Ouvriers ont besoin de cuivre ou d'argent fondus en ouvrages, ils ne fondent pas eux-mêmes ces métaux; il n'y a pas jusqu'aux Orfévres qui n'aient recours aux Fondeurs; on leur porte les modeles des pieces qu'on veut avoir, & on sçait combien on doit leur payer la livre des ouvrages moulés. L'Arquebusier, le Serrurier, le Fourbisseur, &c. feroient de même fondre en fer, par des Fondeurs ordinaires, tout ce qu'ils voudroient, & en payeroient la livre sur le pied dont ils seroient convenus.

Ils porteroient ensuite chez les Adoucisseurs de fer fondu ces mêmes ouvrages, & les leur payeroient plus ou moins cher, selon le dégré d'adoucissement qu'ils demandent, soit par rapport à la souplesse, soit par rapport à la couleur, & aussi selon la grosseur des pieces. Il seroit aisé de faire un tarif sur cela; & pour peu qu'il se fasse des établissements, cette espece de tarif sera bien-tôt réglé.

Ceux qui n'auront d'autre occupation que d'adoucir, qui en feront leur objet, doivent être munis de fourneaux de différentes grandeurs; quand ils n'auront à adoucir que de menus ouvrages, qui veulent être extrêmement adoucis, ils en chargeront de petits fourneaux. Un fourneau, quelque petit qu'il soit, tiendra une grande quantité de gardes d'épées, de platines de fusils, de boucles, & autres menus ouvrages; quelque peu qu'on prenne pour le recuit de chacune de ces pieces, on fera payer assez cher & le temps

& le feu : avec une voie de bois, on recuiroit une quantité d'ouvrages de ces petites especes.

Au reste, nous n'avons encore jetté que les fondements d'un Art qui a besoin d'être perfectionné ; nous ne l'avons que dégrossi : nous n'avons pas tout tenté ; nous n'avons pas tout prévû ; des pratiques en grand, souvent réitérées, apprendront encore beaucoup. Nous espérons que ceux qui feront des expériences propres à contribuer au progrès de cet Art, ne les envieront pas au Public ; pour nous, nous lui communiquerons certainement ce que nous pourrons découvrir de nouveau sur cette matiere, & ce qui nous reste sur diverses autres matieres qui y ont du rapport, qui nous ont fourni des observations que nous croyons devoir être utiles, & qu'on trouvera peut-être assez curieuses.

Fin du neuvieme & dernier Mémoire.



EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE I.

ELLE représente des cassures de diverses especes de fonte de fer ou de fer fondu.

La Figure 1, fait voir la cassure d'une espece de fonte blanche, mais qui a quelques inégalités sur sa surface.

La Figure 2, est la cassure d'une autre fonte blanche, telle que sont ordinairement celles des fontes affinées une seconde fois.

La Figure 3, est la cassure d'une autre fonte blanche, qui semble en quelque sorte radiée. Le plus souvent ces especes de rayons qui tendent au centre, ne sont pas aussi bien marqués qu'ils le sont ici.

La Figure 4, est encore la cassure d'une fonte blanche, où on peut remarquer des especes de rayons dirigés vers le centre, mais bien plus foibles que dans la Figure 3.

La Figure 5, est la cassure d'une fonte grise, qui approche assez de celle d'un acier grossier qui auroit été trempé; à cela près, que sa couleur est beaucoup plus brune, & que les grains sont plus gros.

La Figure 6, est la cassure d'une de ces fontes qu'on appelle *truitées*; le fond est blanc, & se trouve parsemé d'especes de petites étoiles.

La Figure 7, est la cassure d'une fonte très-brune, presque noire: outre qu'elle differe de celle de la Figure 5, par sa couleur; elle en differe encore en ce qu'elle est moins bien grainée; elle a des grains moins distincts, & est parsemée de lames.

La Figure 8, est une petite portion de la Figure 5, prise à un de ses angles, représentée grossie par le microscope: elle paroît composée d'une infinité de branchages.

La Figure 9, est un des branchages de la Figure 8, dessiné séparément, pour faire observer que chaque branchage ne semble formé que de petites lames posées les unes sur les autres.

La Figure 10, est la cassure d'un jet de fonte, qui a été coulée dans un moule. Cette fonte n'avoit pas été parfaitement affinée; elle n'est bien blanche qu'auprès des bouts minces *B B*, & autour de la circonférence: tout le milieu est reste gris.

La Figure 11, est la cassure d'un autre jet de fonte affinée, où il est resté un peu de fonte grise, mais moins que dans la Figure précédente. *A*, est ce qui est resté de fonte grise.

PLANCHE II.

LE haut de la Planche représente deux petits fourneaux à fondre, & des Ouvriers occupés à tout le travail qui en dépend.

a b, Est un angar sous lequel on a placé le fourneau, qui est ordinairement dans la boutique de nos Fondeurs de menus ouvrages.

c, Le fourneau de ces Ouvriers, qui est le même, dont les coupes sont représentées dans la Planche II.

La Figure 1, tire le soufflet de ce fourneau.

d d, La caisse, espece de huche qui contient le sable dont on remplit les moules.

ee, Moules qui sont à sécher.

f, Est un petit fourneau portatif, qui reçoit le vent par le soufflet d'une forge.

g, Tuyau qui conduit le vent du soufflet *h* dans ce fourneau.

i k, Forge roulante: quand on s'en sert en qualité de forge, le soufflet est redressé, & souffle vers l'endroit *k*.

La Figure 2, verse dans un moule le métal fluide du creuset qui vient d'être tiré du fourneau *f*.

m, La presse dans laquelle les moules sont serrés.

n, Trois moules renfermés dans cette presse.

o, Moule ouvert.

La Figure 3, met dans un tas de charbons *p*, les pieces qu'elle vient de tirer toutes rouges du moule *o*.

q, Four semblable à ceux des Boulangers, dans lequel on peut mettre les pieces à mesure qu'on les tire des moules.

Bas de la Planche.

A, Le petit fourneau portatif.

B, La pierre sur laquelle il est posé.

C, Son couvercle.

D E F G H I K, sont toutes les pieces qui composent la Figure précédente *A*, séparées les unes des autres.

D, La pierre.

E, La piece qui forme le cendrier, qui seule a intérieurement un rebord pour soutenir la plaque de fer, dont les angles sont abattus.

F, Cette plaque de fer.

G H I K, Les autres pieces du fourneau.

L, Piece de terre molle, façonnée quarrément; qu'il ne reste plus qu'à percer pour en faire une piece pareille à une des précédentes.

M, Serre-feu d'une Figure plus avantageuse que les serre feu ordinaires, & qui mis sur une forge y tient lieu d'un fourneau.

N, Moule dans lequel on suppose qu'on vient de couler du métal.

O P, est le moule *N* ouvert; ce sont les chassis, dont il est composé, remplis de sable où l'ouvrage paroît moulé.

QRSTVXYZ, Le fer fondu qui a été coulé dans le moule *N*, & qu'on imagine en avoir été retiré. Les différents ouvrages tiennent ici ensemble par les jets. *R S*, est une branche de bride. *T*, une platine de targette. *V*, une garde d'épée. *XY*, des platines de fusil. *QZ*, est le trou du jet qui a fourni des branches pour remplir toutes ces pieces: les endroits où nous avons recommandé de tenir les jets minces, sont ceux où ils rencontrent les ouvrages.

PLANCHE III.

ELLE représente le fourneau ordinaire où on fond la fonte de fer, en la jettant avec les charbons, sans la mettre dans un creuset particulier.

Le haut de la Planche fait voir un de ces fourneaux en place où on fond actuellement le fer. Il montre aussi comment on coule dans les moules, le fer qui a été fondu dans un autre fourneau.

Les Figures 1 & 2, font mouvoir les soufflets.

a b, La partie supérieure du fourneau, dont l'intérieur

térieure eſt enterrée dans le fraiſil ou la pouſſiere de charbon.

b, eſt l'ouverture dans laquelle on jette le charbon & les morceaux de fonte.

c c, Tas de pouſſiere de charbon, qui entoure le bas du fourneau.

d, La thuyere qui reçoit les buzes des ſoufflets.

e, Tas de charbon.

e 2, Tas de fragments de fonte.

f, L'arbre qui porte le levier, au moyen duquel on enleve facilement la poche, le creuſet qui fait le fond du fourneau.

g g, Ce levier.

h, Eſt le crochet dans lequel on paſſe l'anſe qui ſert à ſoulever le creuſet.

Les Figures 3 & 4, ſont occupées à verſer dans des moules le fer qui a été fondu dans un autre fourneau, mais entiérement ſemblable au précédent. *La Figure* 3, conduit & fait tourner le levier à un des bouts duquel eſt ſuſpendue la poche, le creuſet où eſt le fer fondu.

La Figure 4, tient le manche de la cuiller, & penchant la poche lui fait verſer ſon métal dans un moule.

i i, Trou où la poche étoit ci-devant placée.

l, Tour qui couvroit la poche renverſée.

k k, La poche ou le creuſet.

m, L'anſe de la cuiller.

n, Moule dans lequel on verſe la fonte.

o, Moule rempli.

p, Moule à remplir.

Le bas de la Planche fait mieux voir la conſtruction de quelques-unes des parties repréſentées dans le haut.

AA, *BB*, *CD*, La poche ou le creuſet qui fait le fond du fourneau. *AA*, *BB*, eſt le vieux chaudron. *C*, la terre qui s'éleve au-deſſus de ſes bords. *D*, eſt l'échancrure qui eſt ménagée pour recevoir la thuyere.

EFGHI, La tour du fourneau, cette partie qui ſe rapporte ſur la poche. *FGHI*, ſont les différentes pieces dont elle eſt compoſée, qui ordinairement ne ſont pas auſſi propres à s'ajuſter bien enſemble, qu'elles le ſont ici. *E*, l'échancrure qui reçoit la thuyere.

K, La thuyere repréſentée ſéparément.

L L, *M M*, *N O*, Eſt une coupe du creuſet ou de la poche.

M L, *M L*, Eſt le vieux chaudron ou pot de fer, revêtu en-dedans d'une couche ſabloneuſe. *M N*, la partie de la terre qui s'éleve au deſſus du chaudron. *O*, la thuyere qui eſt en place; ce qui eſt au-deſſus de *N*, eſt la coupe de la piece de *F de la Figure EFGHI.*

P P, *Q Q*, Coupe des pieces *GH* de la Tour. Une partie depuis *PP* juſqu'en *QQ*, eſt revêtue de terre.

R, La partie ſupérieure *I* de la tour. On a arrangé à ſon ouverture des morceaux de fonte, comme ils le ſont à chaque charge: alors c'eſt le charbon qui les ſoutient.

S, Divers fragments de fonte.

T V X X, La cuiller dans laquelle on met la poche.

Y, L'anſe de cette cuiller.

Z V, Son manche de fer, qui entre en partie dans un manche de bois.

1, 2, 3, Marquent la poche placée dans la cuiller.

4, L'anſe ſuſpendue à un crochet.

5, 6, Différents crochets qui ſuſpendent la cuiller à un des trous du levier 7, dont il ne paroît ici qu'une partie.

8, 9, 10, 11, Eſt la coupe d'une partie de la Figure marquée *f* dans le haut de la Planche.

8, Anneau dans lequel paſſe le levier.

9, 10, Boulon qui porte l'anneau précédent.

11, 11, Coupe de l'arbre, dans laquelle on trouve la tige 10 du boulon, qui y tourne librement.

12, Poids qu'on ſuſpend au bout du levier pour contrebalancer le poids du creuſet.

13, Moule.

14, Mortier qui a été coulé dans ce moule.

PLANCHE IV.

Le haut de la Planche repréſente en perſpective ce fourneau à fondre le fer, ſous lequel on porte les moules, vû dans deux temps différents.

La Figure 1, le repréſente dans la ſituation où il eſt, quand on y fond le métal.

La Figure 2, repréſente la poſition où on le met, pour lui faire verſer le métal fondu.

a a a a, *Figure* 1 & 2, ſont les roulettes ſur leſquelles porte tout l'aſſemblage.

b b, *c d*, Quatre montants maintenus à l'ordinaire par des traverſes.

d, Eſt un montant beaucoup plus élevé que les autres, parce qu'il porte des pieces qui ſervent à faire mouvoir le ſoufflet.

f, Le ſoufflet dont le bout, la buze, *Figure* 1, entre dans la thuyere du fourneau; & dont la même buze, *Figure* 2, eſt hors du fourneau. Avant de renverſer le fourneau, comme on l'a fait dans la Figure 2, on pouſſe le ſoufflet en arriere, ce qui eſt facile, parce que les deux branches de la piece de fer coudée qui le ſoutient par derriere, entrent dans des entailles percées d'outre en outre dans chaque traverſe, dans toute la longueur *h h*.

g, Le fourneau droit, *Figure* 1, & renverſé, *Figure* 2; en *i i*, ſont deux crémailleres qui reçoivent les deux tourillons qui portent le fourneau, & ſur leſquelles il peut tourner. Au moyen des cremailleres *ii*, on peut placer le fourneau plus haut ou plus bas, ſelon qu'on le trouve néceſſaire. En *g*, *Figure* 2, le fourneau eſt entouré d'une épaiſſe frette de fer dans deux endroits de laquelle, diamétralement oppoſés, s'engagent les leviers, avec leſquels les Ouvriers *k* abaiſſent le fourneau; ils en ſoutiennent aiſément le poids, dont on pourroit pourtant les décharger en partie par des contre-poids.

L'Ouvrier *l*, Figure 2, tient les deux vis d'une preſſe, dans laquelle le moule ou les moules ſont gênés.

o, Echelle où on monte pour charger le fourneau, ſoit de charbon, ſoit de fonte.

p, Perche qui fait reſſort, & oblige le ſoufflet de s'abaiſſer.

On n'a point mis dans le bas de la Planche, le détail de tout ce qui regarde la charpente qui porte le fourneau, parce que c'eſt une diſpoſition abſolument arbitraire, & qui ne convient même qu'à ceux qui veulent faire marcher leurs fourneaux, ce qu'on ne cherche guere dans des Manufactures: mais on y a un peu plus développé ce qui regarde le fourneau même.

AA, *BBC*, Eſt le fourneau entier repréſenté ſéparément. *AA*, *BB*, eſt la tour. *BBC*, la poche, le creuſet, le fond du fourneau. *BB*, les deux tourillons par leſquels il eſt ſoutenu.

D, L'ouverture par où on donne écoulement au fer fondu; pour cela ſeul, il ſeroit inutile qu'elle fût ſi grande: mais elle ſert de plus à donner paſſage aux crochets qu'on fait entrer, pour retirer les craſſes & le charbon qui ſurnâgent la fonte qu'on eſt prêt à couler.

D 2, La porte repréſentée ſéparément.

E E, Verges de fer aſſemblées à vis, par leur bout ſupérieur avec la tour, & par leur bout inférieur avec la poche.

F, Frette de fer, dans laquelle on engage les leviers, par le moyen deſquels on abaiſſe la tour.

F 2, Cette frette repréſentée ſéparément.

G, Un des leviers qui ſervent à abaiſſer la tour.

H H I K, Eſt une coupe de tout le fourneau qui en fait voir l'intérieur. *I*, l'ouverture par où ſort la fonte. *L* la thuyere dont la direction eſt ſuivant la ligne ponctuée.

O H H 2, Eſt de part & d'autre de la coupe, une lame de fer attachée, par ſes deux bouts, contre les parois de la tour, & qui contribue à ſoutenir la terre; l'intérieur en a de pareilles aſſez proches les unes des autres, mais qui ne paroiſſent pas ici à cauſe de la terre dont elles ſont recouvertes.

H 3, Une de ces lames de fer ſéparément.

M M, La tour repréſentée ſéparément, où *D* eſt l'ouverture par où on retire les craſſes.

N N, *O O*, Le creuſet, la poche dont l'intérieur eſt tout garni de terre, repréſentée ſéparément. *OO*, les ouvertures par où on fait entrer les charbons qui empêchent le fond du creuſet de ſe refroidir.

P P, L'enveloppe extérieure de la poche, la calotte extérieure dont l'intérieur n'eſt pas encore rempli.

Q Q, Eſpece de grille conique qui ſe place dans la capacité *PP*.

S, La grille miſe en place dans la poche, & prête à être recouverte de terre, pour devenir ſemblable à la Figure *N N*, *O O*.

T T X, Le charriot ſur lequel on peut mettre les grands moules. *V*, moule poſé ſur le charriot.

X 2, Entonnoir qu'on poſe ſur le moule. Pour mieux conduire le métal dans le moule *p*, on pourroit faire des tuyaux de conduite qui partiroient du fourneau: mais il les faudroit faire chauffer avant d'y couler la matiere.

Y, piece de fer qu'on aſſujettit ſur le moule, & qui porte l'entonnoir.

Z, Un moule ſur lequel l'entonnoir eſt placé.

PLANCHE V. (1)

Elle repréſente un fourneau propre à adoucir les ouvrages de fer fondu, dont les creuſets ſe chargent par les côtés. Ce même fourneau peut auſſi être employé à convertir le fer en acier: il doit être iſolé de façon qu'on puiſſe tourner librement tout autour.

La Figure I, eſt le plan de ce fourneau.

AAAA, Les quatre conduits par où l'air entre dans le fourneau. On les prolongera autant que le terrein pourra le permettre: & de même on les fera plus ou moins évaſées.

B B, Ouvertures par où on met le bois.

C D, Les deux plaques ou cloiſons, qui enſemble forment le creuſet du milieu.

E F, Les deux plaques qui, avec une des faces intérieures du fourneau, compoſent les creuſets des bouts *E H F G*.

E C, *D F*, Deux plaques qui ſervent à maintenir, à empêcher de ſe voiler, celles entre leſquelles elles ſont poſées. On remarquera que dans les endroits où elles portent contre ces autres plaques, contre les plaques des creuſets, il y a des couliſſes qui ſervent à les empêcher de gliſſer à droite ou à gauche.

FG, Petite plaque qui, comme les plaques *DF*, *EG*, arcboute la plaque *F* du creuſet du bout.

La Fgure II. repréſente le fourneau en perſpective, ou du côté où eſt l'ouverture par où on charge le creuſet du milieu.

A, Ouverture qui donne entrée au vent.

B B, Portes par où on met le bois.

C D E E, L'ouverture par où on charge le grand creuſet, le creuſet du milieu.

F F, Les deux petites plaques, miſes pour empêcher les plaques des creuſets d'avancer, en ſe courbant dans les foyers. Elles ne deſcendent pas à beaucoup près juſqu'au bas des grandes plaques.

G, Marque l'ouvrage dont on a commencé à charger ce creuſet.

IH, *IH*, *IH*, Les liens du fourneau dont on peut augmenter le nombre à volonté. Ils ſont briſés en *H*, & dans le même endroit ont chacun une eſpece d'anneau.

KK, Une des barres verticales, dont les deux bouts ſont engagés dans la maçonnerie du fourneau; & ſur leſquelles les liens ſont aſſujettis, ſoit avec des rivets, ſoit avec des vis.

T T, Eſt le terrein qui ſe trouve élevé des deux côtés au-deſſus du plan du fourneau: il pourroit auſſi couvrir l'ouverture *A* du fourneau, l'enterrer.

La Figure III. repréſente encore le fourneau en perſpective, & vû du côté oppoſé à celui qui paroît dans la Figure précédente: elle le repréſente, vû du côté où on charge les petits creuſets.

A, Eſt encore ici une des ouvertures par où l'air entre dans le fourneau.

F F, Les petites plaques qui ſoutiennent les grandes.

G, Autre petite plaque, par laquelle on arcboutera auſſi, ſi on veut, les plaques des creuſets des bouts.

IK, L'ouverture d'un des creuſets des bouts. La partie de chaque lien qui doit paſſer ſur le creuſet chargé ne ſe trouve point ici.

L M, Montre en place toutes les pieces de terre, qui bouchent en entier l'ouverture du creuſet lorſqu'il eſt chargé: ici les liens paſſent ſur ces pieces de terre.

La Figure IV. eſt compoſée de toutes les pieces de terre qui, arrangées les unes ſur les autres, forment le mur du rapport qui doit boucher dans la Figure 2, l'ouverture *C D*, *E E*.

La Figure V. eſt une de ces pieces de terre. *P P*, les poignées au moyen deſquelles on la tire du fourneau.

Figure VI. la même piece à qui on a ôté ſon bouchon. *Q*, ce bouchon.

La Figure VII. fait voir comment ſe rapportent les parties briſées des liens qui paſſent au-deſſus des ouvertures des creuſets.

La Figure VIII. eſt une coupe de trois plaques miſes les unes ſur les autres. La plaque *a* entre dans des couliſſes des plaques *bb*.

La Figure IX. montre comment on peut lier enſemble les deux plaques du creuſet du milieu, pour les empêcher de ſe voiler.

On ſuppoſe qu'on mettra des couvercles aux creuſets & au fourneau, ſemblables à ceux qui ont été repréſentés dans les Planches III, IV & V: il eût été inutile de les repréſenter ici.

PLANCHE VI.

Figure 1. *ABC*, ſont des baguettes de fer fondu

(1) Les Figures de cette Planche ſont gravées ſur la Planche I. & cottées en chiffres Romains; ce qui les diſtingue de celles qui appartiennent à la Planche I. qui ſont cottées en chiffres Arabes.

de différente grosseur, destinées à servir aux essais; un de leurs bouts est amené en pointe; cette pointe fait que les grosses baguettes tiennent aussi lieu de baguettes plus petites.

Figure 2. *D*, la cassure d'une de ces baguettes qui n'a pas encore été adoucie.

Figure 3. *E*, cassure d'une baguette commencée à adoucir; elle a des grains fins près des bords; d'autres endroits commencent aussi à en être piqués : mais elle n'en a point au milieu.

Figure 4. *F*, cassure d'une baguette encore plus adoucie; elle a des grains par-tout, & plus serrés que ceux de la Figure précédente.

Figure 5. *G*, cassure d'une baguette encore plus adoucie; elle est entourée d'un cordon blanc qui est de la nature du fer forgé : le reste est rempli par des grains plus bruns & plus gros que ceux de la Figure précédente.

Figure 6. *H*. cassure d'une baguette encore plus adoucie; & où ce qui est grainé, l'est à plus gros grains & plus noirs que dans la Figure *G*.

Figure 7. *I*, cassure de baguette encore plus adoucie que les précédentes, qui commence à reprendre de la blancheur, où les grains ne sont plus si noirs.

Figure 8. *KK*, *LL*, est la cassure d'un morceau de fer fondu plus gros que les baguettes précédentes, qui est actuellement entouré d'un cordon assez épais, dont la tissure & la couleur est semblable à celle de quelques fers forgés: le milieu est encore grainé, & de la nature de l'acier. *LL*, y marquent, par des lignes ponctuées, des endroits plus noirs que le reste, qui, à la vûe simple, semblent des grains, & qui au microcospe paroissent des cavités.

Figure 9. *M*, cassure de baguette qui a pris un grain blanc, approchant de ceux des fers que nous avons nommés *fers à grains*.

Figure 10. *QQ*, *OO*, *PP*, est un de ces marteaux de porte cochere qui devinrent entiérement creux, excepté dans la partie *QQ*; étant considérablement plus épaisse que le reste, le feu ne fut pas apparemment assez violent pour la fondre.

Figure 11. *RST*, est une des parties de ce marteau qu'on a séparée du reste, pour faire voir à quel point le tout étoit creux : on l'a dessinée sur une plus grande échelle que le marteau. Les ouvertures *RV*, qui sont celles qui se trouvoient aux endroits où la piece a été séparée du reste du marteau, font assez imaginer la forme de cette espece de tuyau creux. En *T*, est un petit trou que le métal fluide s'étoit fait, & par où il s'étoit écoulé.

Figure 12 & 13 *XY*, morceau de baguette de fer fondu, pareil à ceux sur lesquels j'ai répété l'expérience que le hasard m'avoit fournie dans le marteau précédent. *Y*, endroit par où la fonte s'écoulera plus aisément, s'il est recouvert de sable ou de quelque matiere qui retarde l'adoucissement. *Z*, ce cylindre changé en tuyau creux : *aa*, le tuyau creux ouvert tout du long.

La Figure 14, est le marteau ou la boucle de la porte cochere de l'Hôtel de la Ferté, rue de Richelieu.

La Figure 15, est le même retourné. *AA*, sont deux pieces de fer forgé, qui font partie de la charniere propre à suspendre ce marteau à la porte.

BCC, Crampon de fer forgé, qui a été enchassé dans le moule de ce marteau; les branches *CC*, sont les parties *AA* de la Figure 15.

La Figure 16, est un autre marteau de porte cochere; on suppose que le fleuron *D* étoit mal venu, & qu'on a été obligé d'y mettre une piece de rapport en fer forgé.

La Figure 17, Le marteau de la Figure 16, auquel on suppose quelques défauts à raccommoder. *E*, est un trou où on a percé un écrou pour y rapporter un fleuron, qui est celui qui a été marqué *D*, Figure 16.

FG, Est le petit fleuron de rapport fait de fer forgé, dont la queue *G* a été taillée en vis.

En *H*, *Figure* 18, on suppose qu'il y a eu une soufflure, qu'il y est resté un creux que la fonte n'a pas rempli, & qu'on veut couler de la fonte dans ce trou. *H*, est un petit rebord de terre qui forme une espece d'entonnoir, & qui couvre les endroits sur lesquels la fonte ne doit pas s'appliquer.

La Figure 19 est une partie d'un feu. *L*, est une piece de fer forgé qui entre dans la Figure 19, & qui a été mise dans le moule.

La Figure 20, est une tige de flambeau, dont la partie *M* est aussi de fer forgé, & a été mise au moyen du même expédient dont on s'est servi pour la Figure 19.

La Figure 21, est une clef de fer fondu, telle qu'elle sort du moule. *O*, son panneton qui n'est point encore entaillé.

La Figure 22, est la même clef, dont on a entaillé le panneton après qu'il a été adouci.

Fin de l'explication des Figures.





EXPLICATION DE QUELQUES TERMES.

ADOUCIR le fer fondu ou le fer forgé; diminuer sa dureté & sa roideur; le rendre plus aisé à limer, plus aisé à couper au ciseau, & le rendre aussi plus flexible.

BAIN, état de parfaite fusion dans lequel un métal a été mis. Tout métal devenu bien fluide par la force du feu, est du métal en bain.

BUZE d'un soufflet, le bout du soufflet, le tuyau par lequel le vent sort du soufflet.

CHAUDE, dégré de chaleur qu'on fait prendre au fer ou à l'acier. La chaude n'est que couleur de cerise, quand le fer n'est parvenu dans le feu qu'à la couleur de cerise. La chaude est appellée *suante* ou *fondante*, quand le fer a chauffé au point d'être prêt à tomber par gouttes.

CORROYER un morceau de fer ou d'acier, c'est le replier une ou plusieurs fois sur lui-même, après lui avoir donné une chaude suante, & forcer à coups de marteau les parties à s'unir avec celles sur lesquelles elles ont été repliées.

EGRAINER, S'ÉGRAINER, se casser par grains; l'acier trempé trop chaud s'égraine aisément.

EVENT, en termes de Fondeur, canal, rigole creusée dans le moule, pour donner à l'air la liberté de s'en échapper.

FONTE DE FER, fer fondu qui n'a pas encore été ramené à l'état du fer malléable, ou c'est le fer qui ne sçauroit soutenir le marteau, ni à chaud, ni à froid, & qui est beaucoup plus dur que le fer forgé.

GUEUZE, longue piece de fer fondu, de fonte de fer, dont la figure approche de celle d'un prisme à base triangulaire. Il y en a de longues de dix à douze pieds, & qui pesent depuis douze à quinze cents livres, jusqu'à deux milliers.

JET, en terme de Fondeur, est tout canal qui conduit le métal dans les creux du moule: c'est aussi le métal qui s'est moulé dans un pareil canal.

LAITIER, matiere vitrifiée, espece de verre qui surnâge la fonte de fer qui est en bain. Il y a des laitiers de bien des couleurs différentes; il y en a qui tiennent beaucoup de fer, & d'autres qui n'en ont point ou très-peu.

PAILLES DE FER OU DE L'ACIER, parties mal réunies. Les fentes qui forment des pailles, différent de celles des gerçures, en ce que les gerçures ne font, pour ainsi dire, qu'entailler la barre ou la bille, au lieu que les pailles sont des parties souvent assez grandes, presque entiérement séparées de celles sur lesquelles elles sont appliquées.

PAQUET, en termes de trempe, est une espece de boîte de tôle enduite de terre, dans laquelle de l'acier est renfermé & environné de certaines matieres: on fait chauffer l'acier dans ce paquet, d'où on le retire pour le tremper.

RECUIRE, c'est ordinairement chauffer le fer & l'acier dans une autre vûe, que celle de les forger après qu'ils auront été chauffés. Souvent on recuit l'acier pour le détremper, pour l'adoucir, & quelquefois pour le rendre plus dur, comme pour les trempes en paquet.

RECUIT, maniere de chauffer l'acier ou le fer, à un leger dégré de chaleur, quand on les chauffe à la forge; mais à quelque dégré de chaleur qu'on les fasse parvenir, quand on les chauffe renfermés dans des creusets ou autres capacités équivalentes, cette maniere de les chauffer porte toujours le nom de *recuit*.

RINGARD, toute barre de fer, soit droite, soit crochue, avec laquelle on remue les charbons ou le bois enflammé, ou le métal qui chauffe, ou qui est en fusion.

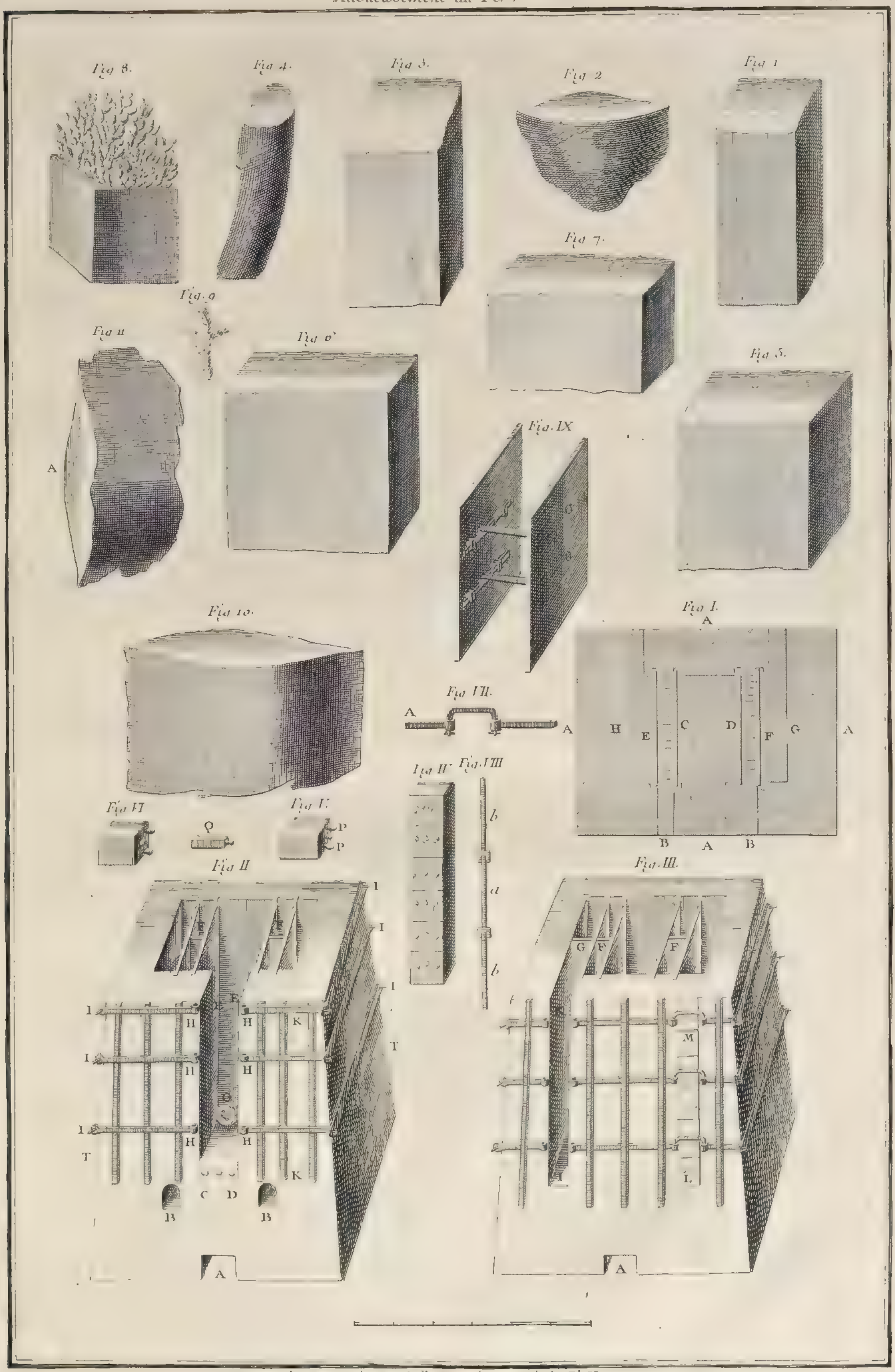
TREMPER L'ACIER, le refroidir subitement, & pour l'ordinaire en le plongeant rouge dans de l'eau commune froide.

TREMPE, signifie tantôt la qualité qu'a prise l'acier trempé, tantôt la matiere dans laquelle il a été trempé, tantôt les préparations qui ont précédé la trempe. L'acier a eu une *trempe dure*, *cassante*, quand il est devenu dur, cassant, après avoir été trempé. La *trempe à l'eau*, la *trempe au suif*, sont le suif ou l'eau dans laquelle on trempe l'acier. La *trempe en paquet*, c'est faire recuire l'acier dans un paquet avant de le tremper.

THUYERE, court tuyau, en forme de cône tronqué, dans lequel sont logés, à leur aise, le bout ou la buze du soufflet ou des soufflets d'une forge ou d'un fourneau.

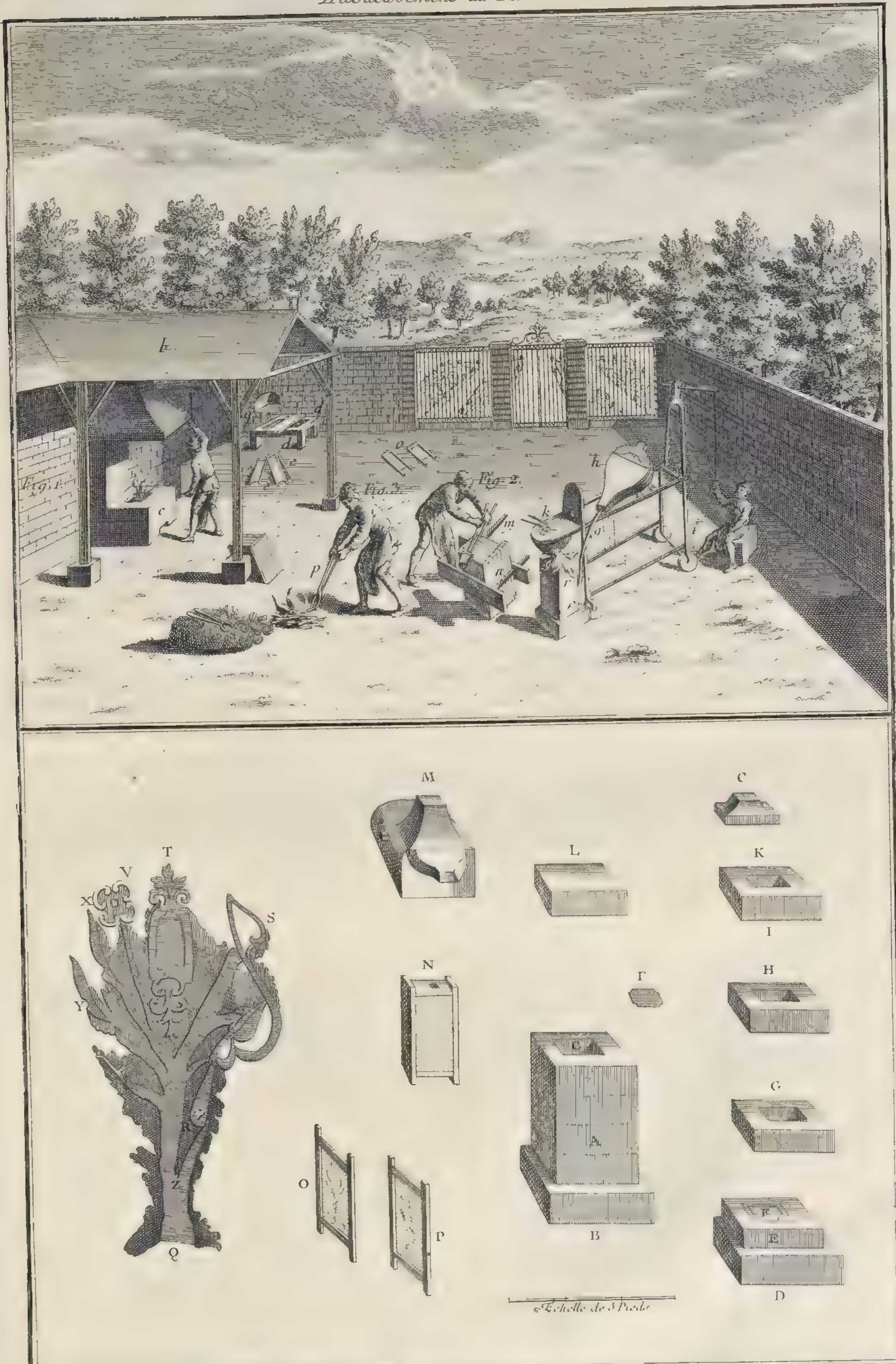
VOILER, se courber; une plaque de terre qui se courbe, qui prend la figure d'une voile.

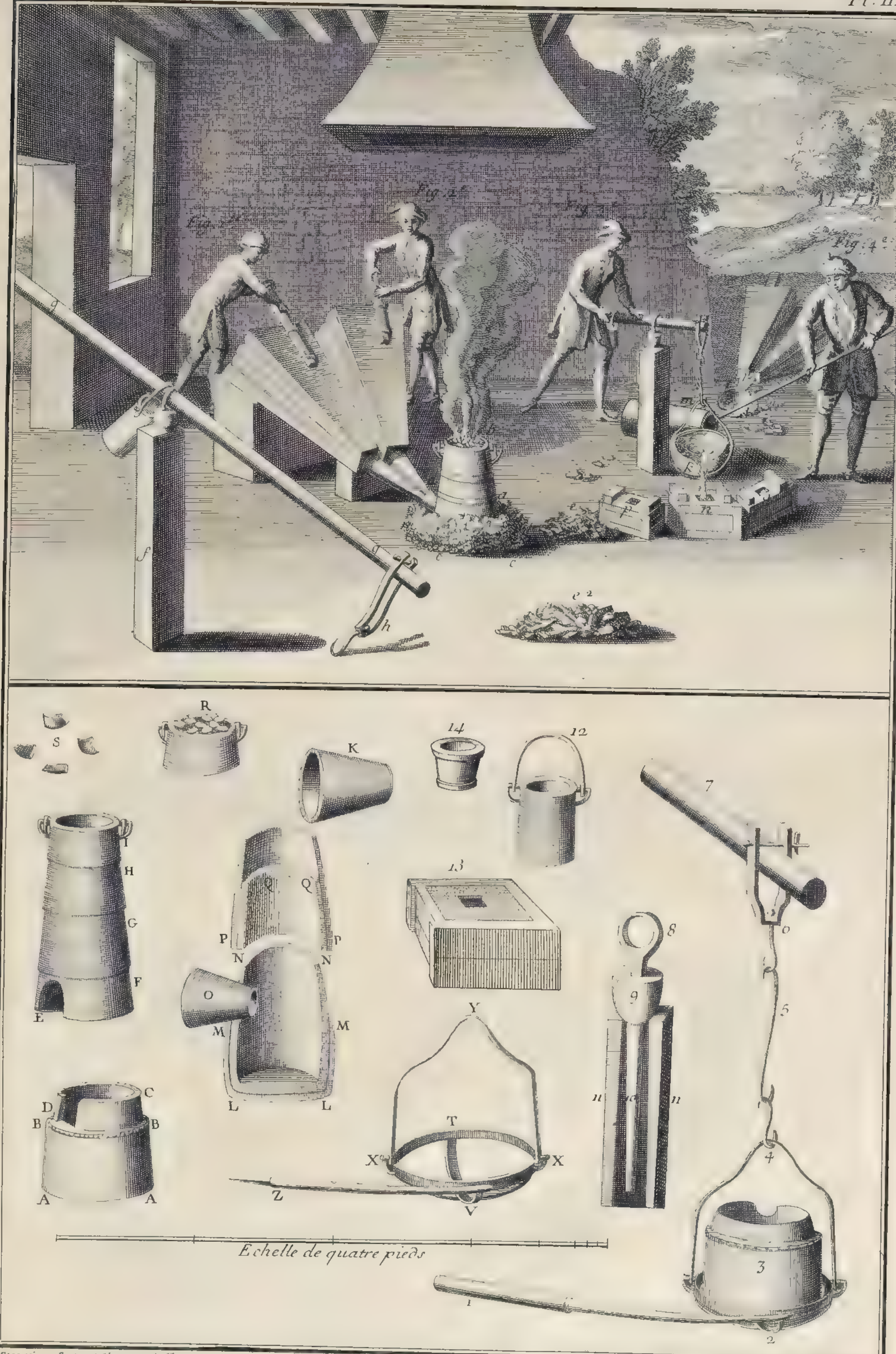
Fin de l'explication des Termes.



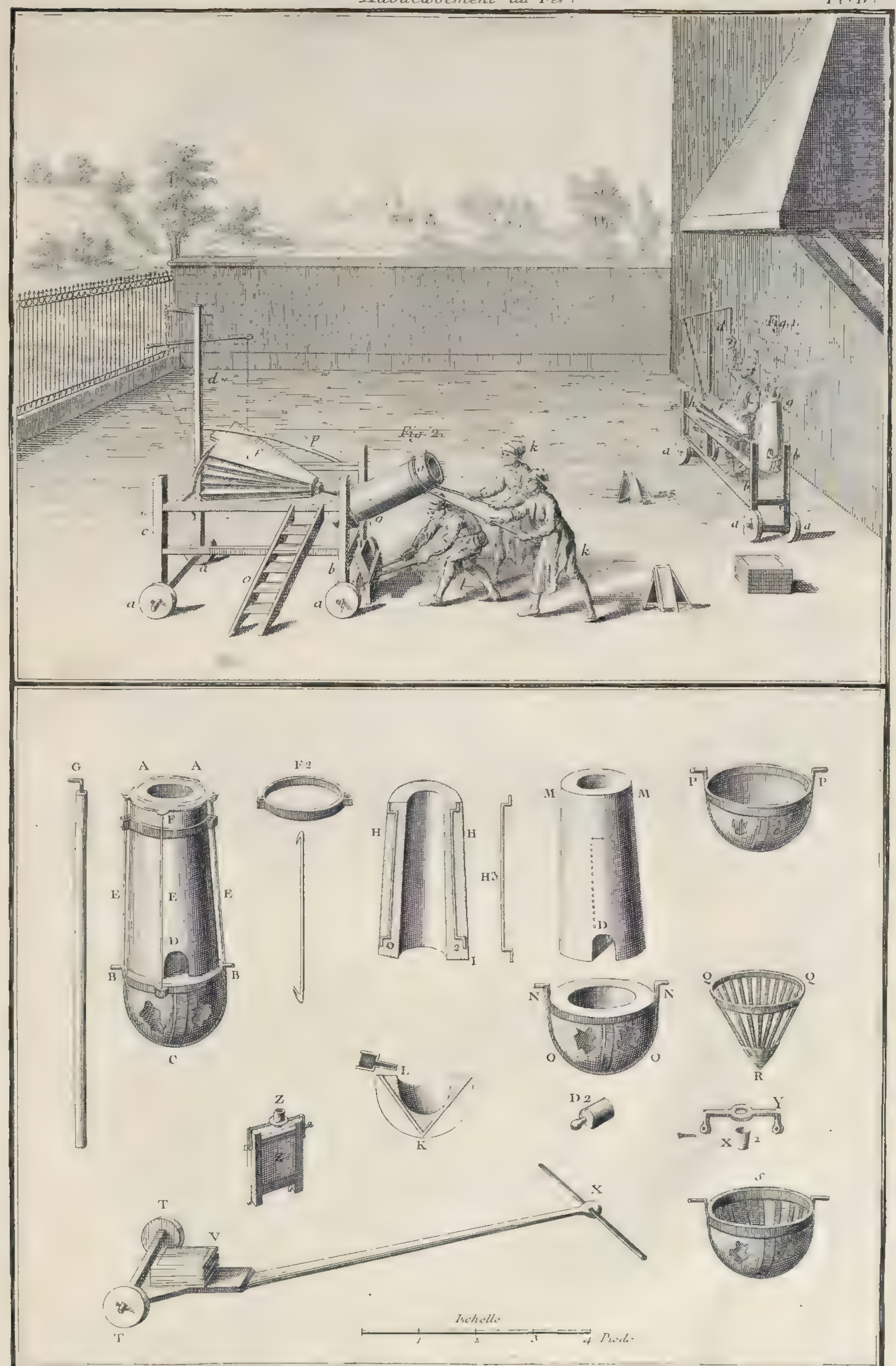
Toutes les Fig Cottées en Chiffres Romains sont de la Pl V.

Adoucissement du Fer. Pl. II.

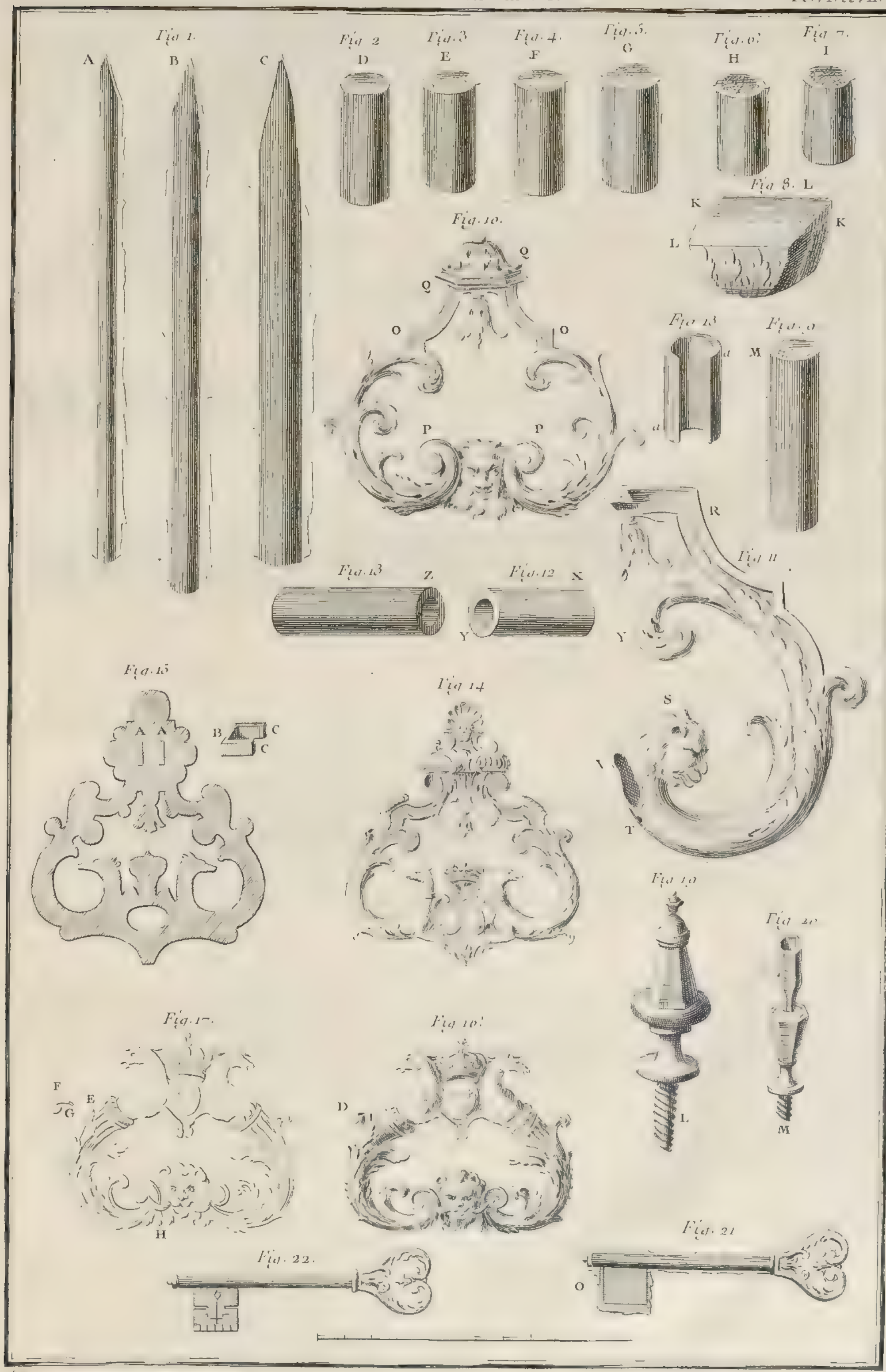




Dessiné par Bertez et Simonneau le fils — *Patte Correxit* — *Gravé par Simonneau le fils*


Fig. 1.
Fig. 2.
G
A A
F 2
H H
H 3
M M
P P
F
E E E
D
B B
C
N N
O O
Q Q
R
L
K
D 2
Y
X 2
Z
X
T
V
T
Echelle
1 2 3 4 Pieds

Patte fecit


Fig. 1.
A
B
C
Fig. 2
D
Fig. 3
E
Fig. 4.
F
Fig. 5.
G
Fig. 6.
H
Fig. 7.
I
Fig. 8.
K
L
Fig. 10.
Q
O
P
Fig. 13
Fig. 9
M
R
Fig. 11
Fig. 13
Z
Fig. 12
X
Y
S
V
T
Fig. 15
A A
B
C
Fig. 14
Fig. 19
Fig. 20
Fig. 17.
F
E
G
H
Fig. 16.
D
L
M
Fig. 21
Fig. 22.
O

ART
DES FORGES
ET
FOURNEAUX A FER,

Par M. le Marquis DE COURTIVRON;

Et par M. BOUCHU, *Correſpondant de l'Académie Royale des Sciences.*

QUATRIEME SECTION.

Traité du Fer, par M. SWEDEMBORG; *traduit du Latin par M.* BOUCHU.

M. DCC. LXII.

AVERTISSEMENT.

LA TRADUCTION de l'Ouvrage de M. SWEDEMBORG qui fait la quatrieme Section de l'Art des Forges, eſt donnée pour la comparaiſon des travaux de Suede à ceux de France. Ce Sçavant Etranger qui a fait pluſieurs Ouvrages de Métallurgie, a été employé par le Gouvernement de Suede dans les Manufactures de Fer & de Cuivre de ce Royaume, pour y porter les vues éclairées que ſes connoiſſances lui donnoient. M. BOUCHU ayant fait la Traduction du Traité du Fer de M. SWEDEMBORG, on avoit penſé qu'on pouvoit répandre en forme de notes dans les différentes Sections de l'Art des Forges, l'Ouvrage même de l'Etranger, en le dépouillant de tout ce qu'il avoit emprunté de M. de RÉAUMUR ſur l'Acier & le Fer fondu; mais faiſant attention qu'il ſeroit trop embarraſſant pour tout le monde & difficile à de ſimples Ouvriers d'aller chercher dans des notes éparſes, des procédés qui les inſtruiroient, on a incliné, ſuivant le deſir du Traducteur, à ce que l'Ouvrage fût imprimé tel qu'on va le trouver, en admettant pour l'impreſſion le même caractere qui auroit été employé dans les notes, & les retranchements dont nous avons parlé dans un autre endroit. Le Traducteur s'eſt ſervi des mêmes Planches & Figures du Livre de M. SWEDEMBORG; & le Deſſinateur, pour diminuer le nombre des Planches, a changé ſeulement quelque choſe dans l'arrangement des Figures ſur chaque Planche, ſans changer

rien aux Figures; ce ſont les mêmes lettres qui y ſont employées, & on a cotté les Figures comme elles le ſont dans l'Original; il a ſeulement fallu, pour les arranger en moins de Planches, tranſpoſer deux ou trois Figures d'une Planche dans une autre; & on a préféré cet arrangement à l'inconvénient de faire renchérir l'Ouvrage par l'emploi d'un plus grand nombre de Planches.



ART.



ART DES FORGES
ET
FOURNEAUX A FER.

Par M. le Marquis DE COURTIVRON;

Et par M. BOUCHU, *Correspondant de l'Académie Royale des Sciences.*

QUATRIEME SECTION.

Traité du Fer, par M. SWEDEMBORG *; traduit du Latin par M.* BOUCHU.

PREMIERE CLASSE.

§. I.

De la maniere de calciner, fondre, & affiner la Mine de Fer, usitée en plusieurs endroits de la Suede.

LES MINES de fer que l'on exploite dans les divers endroits de la Suede, ne sont pas en aussi grand nombre de genres & de qualités que celles que l'on travaille en Allemagne, en Angleterre, & dans les autres parties de l'Europe. Elles ne different pas beaucoup entre elles par la couleur. Pour l'ordinaire, elles présentent celle du fer. Il est très-rare d'en trouver de jaunes, rouges, brunes, blanches, &c. On ne s'attache guères à tirer que la mine qui se fait connoître, au premier coup d'œil, par sa couleur & par son brillant. Les mines de fer different cependant, en ce qu'un genre est pauvre, & l'autre riche. Il y a des veines dont un quintal donnera 50 à 90 liv. D'autres ne donneront que 20 liv. & encore moins par quintal. La principale différence des mines entre elles, vient ou de leur quantité, ou de leur richesse, ou de leur qualité intrinseque. Une autre différence, est qu'un genre est imprégné de beaucoup de soufres grossiers, & qu'un autre en est presque totalement privé. Le premier, étant travaillé, donne un fer, qui étant chaud, se sépare & tombe en morceaux ou éclats sous les coups du marteau : quand il est froid, il est très-ténace. On l'appelle *Fer cassant à chaud* (en Suédois *Roedbrecht.*) L'autre genre donne du fer d'une qualité toute contraire ; c'est-à-dire, qui est très-ferme, & se lie bien sous le marteau quand il est chaud : mais il casse aisément étant froid. On l'appelle *Fer cassant à froid* (en Suédois *Kallbrecht*). D'où il résulte que les mines de fer, en Suede, ont des qualités différentes, relativement au plus ou au moins de soufre qu'elles contiennent. Il y en a qui sont d'une qualité intermédiaire, c'est-à-dire, qui ne pechent ni par excès ni par défaut de ce minéral. Ce sont celles qui sont les plus estimables, parce que la bonté du fer consiste principalement à pouvoir être travaillé à chaud & à froid ; qualité nécessaire pour qu'il puisse être employé à toutes sortes d'ouvrages. Toutes les fois qu'en exploitant une mine de fer on ren-

contre des marcaffites ; ou quelques veines tenant du cuivre, c'eft un indice affuré que cette mine eft imprégnée de foufre, & que conféquemment elle donnera du fer du premier genre dont nous venons de parler. On la préfere cependant à celle qui a très-peu de foufre, parce que cette derniere efpece de mine eft très-difficile à réduire en fer qui foit propre à toutes fortes d'ouvrages. Celui qui en provient, ne convient qu'à certains ufages œconomiques. Les mines de Suede différent auffi par les matieres avec lefquelles elles font combinées. On trouve ordinairement le fer dans la pierre de corne, dans certaines efpeces de talc, de pierres calcaires, de fpath, de quartz, & différentes autres pierres. Les mines de fer different encore par leur plus ou moins de difpofition à la fufion dans les fourneaux ; ce qui vient pour l'ordinaire de la pierre avec laquelle elles font combinées. Si, par exemple, une mine porte avec foi beaucoup de pierre calcaire, elle fond très-facilement, parce qu'elle a en foi une efpece de menftrue (1) qui lui donne de la fluidité : mais fi elle eft combinée avec du fpath, de la pierre de corne, du talc, il eft difficile de la faire fondre, & de la féparer de ces efpeces de matieres. Le plus ou moins de foufre occafionne auffi des différences. Il y a d'autres efpeces de mines qui ne fe trouvent point dans les pierres dures, & qu'on ne tire pas des lieux élevés ; mais que l'on va chercher dans les marais, les étangs, les lacs, les fleuves. Comme il faut les traiter différemment, je remets à en faire la defcription lorfque je parlerai de la façon de les travailler. Ordinairement les mines de Suede offrent le même extérieur, excepté les dernieres dont nous venons de parler. La variété de leur couleur, qui eft toujours la même que celle du fer, ne préfente qu'une foible diftinction. Il arrive feulement quelquefois que cette couleur eft d'un bleu plus foncé, obfcur ou pâle ; ce qui eft dû au plus ou au moins de pierre qui y eft joint.

Calcination ou préparation de la mine crue au feu de fufion.

LORSQUE la pierre de fer eft tirée de la miniere, & voiturée pour être fondue, il faut, proche le fourneau, la calciner, ce qui la prépare à la fufion. La maniere de le faire eft la même par toute la Suede, que les mines foient fulfureufes ou non. On fait une foffe capable de contenir la quantité de mines que l'on veut calciner : ou bien on choifit fimplement une place unie, qu'on fait entourer d'une paliffade de trois côtés. Il n'y a point de dimenfion néceffaire pour ces foffes. On leur donne, fuivant qu'on le juge à propos, ou deux (2), ou trois, ou quatre aunes de profondeur fur trois (3), fix, dix, vingt de longueur & de largeur. Enfin, on choifit une aire, que l'on environne d'un mur ou d'une paliffade. Sur cette aire on amaffe & on amoncele la mine. Il faut que l'endroit foit très-fec ; & pour qu'il le foit encore davantage, on garnit le fol de poudre de fcories choifies, ou d'une efpece de gravier qui fe trouve après la calcination, ou des débris d'une vieille miniere, ayant foin de mêler ces matieres avec des fcories groffieres. On donne la préférence à ces matieres, parce que, de leur nature, elles font très-feches, & que les fcories étant fort poreufes & trouées comme la pierre-ponce, elles reçoivent & abforbent l'humidité, & rendent la place feche, même en quelque façon aride. Quand on trouve un endroit fec par lui-même, il eft inutile d'y rien mettre : cependant, pour grande sûreté & pour prévenir toute humidité, on choifit un endroit un peu incliné, où l'on en façonne un. Il faut que le terrein foit incliné du côté du paffage que laiffe le mur ou la paliffade. On en profite pour faire écouler l'eau qui pourroit s'y rencontrer ; ou pour que l'action du feu puiffe plus aifément diffiper toute humidité. Quoique ce fecret ne foit pas difficile, plufieurs ont jufqu'à préfent négligé de l'employer.

On couche de gros bois ou troncs d'arbres. Le meilleur eft celui qui eft fec : pour cela on le laiffe au moins pendant un an expofé au foleil, parce que le bois verd diminue la force du feu par fes vapeurs humides & froides. Le bois le plus fec, le plus compact, le plus dur, eft le meilleur. On amoncele de ces pieces de bois jufqu'à la hauteur de deux ou trois aunes (4). On met la mine deffus, les plus gros morceaux proche le bois, enfuite les plus petits jufqu'à ce qu'on ait formé une pyramide quadrangulaire ou d'autre forme. Il y en a qui, en amoncelant la mine, inferent des couches de charbon, afin que le feu pénetre mieux par-tout. Quand le tout eft arrangé,

(1) La mine combinée avec une pierre calcaire, ne fond très-facilement, que parce que la pierre calcaire eft un puiffant abforbant du foufre.

(2) 3 ½ 5. 7. pieds.

(3) 5. 10. 17. 34. pieds.

(4) On a confervé dans le corps du difcours les termes des dimenfions employées dans l'original ; mais pour l'inftruction des Lecteurs, nous donnons dans cette note le rapport de l'aune Suédoife au pied François. L'aune Suédoife revient à plus d'un pied trois quarts, c'eft-à-dire, 25 pouces de Roi 11 lignes ⅓. M. Camus, de l'Académie Royale de Sciences, qui a demeuré en Suede, nous a dit que l'aune Suédoife étoit exactement la demi-aune de France. Le Traducteur, affez généralement lorfqu'il s'eft fervi du terme *aune*, a mis à la marge l'évaluation de l'aune à un pied 9 pouces, n'ayant pas jugé fans doute une plus grande précifion néceffaire.

on couvre le dessus de scories mises en poudre (5), afin de concentrer le feu, qui ne doit paroître que dans les endroits où on lui donne ouverture. On met encore sur le bois quelques morceaux de pierres calcaires, ou l'on en mêle dans la mine, afin que du même feu cette pierre se convertisse en chaux & devienne plus propre à la fusion.

Cette pierre est très-utile à la fusion de la mine : on y en ajoute à proportion que l'on voit qu'elle en a besoin, & que de sa nature elle paroit plus ou moins disposée à fondre. Il y a des mines qui sont combinées avec la pierre calcaire, & dans lesquelles on voit des veines, & des zones blanches. Dans ce cas il ne faut pas en ajoûter, puisqu'elles en portent la quantité nécessaire, comme la mine de Roslagie, qui fond seule. Ensuite on allume le bucher, qui brûle pendant plus ou moins de temps, 1, 2, 3, 4, & 8 jours, plus ordinairement trois.

Toutes les mines de fer, en Suede, ne se grillent jamais qu'une fois avant que d'être portées au fourneau, je ne sçache pas que dans ce Royaume, quelque chargées qu'elles soient du soufre, on les grille deux ou trois fois, comme cela se pratique en d'autres endroits.

L'ancienne méthode suivie, est que cette opération ne doit durer, au plus, qu'une semaine. On calcine ensemble des mines de plusieurs espéces: mais on les range de maniere que chaque espece ait une place convenable & distincte. La plus sulfureuse se met la plus proche du feu, dont on éloigne la mine, à mesure qu'elle contient moins de soufre. Chaque espece intermédiaire se place relativement au plus ou moins de soufre qu'elle contient : ensuite on les sépare pour les porter au fourneau.

Par ce grillage, on chasse les soufres nuisibles & superflus qui sont cachés dans la mine : pendant la durée du feu, ils sont sensibles à l'odorat, & on voit la vapeur qu'ils fournissent, flotter comme un nuage léger, & caresser la superficie de la pyramide, semblable à ce que nous appellons *feux folets*. On chasse encore les parties arsénicales & tout ce que la pierre peut avoir de contraire à la fusion.

Par ce feu préparatoire, la pierre qui fait partie de la mine, & qui s'y trouve mêlée, est changée en une espece de chaux, ce qui lui ôte une certaine crudité, & la dispose à la fusion. Voilà pourquoi, après le grillage, & dans sa cassure, la mine paroît plus pâle, & en quelque façon livide, parce que, par la calcination, la pierre blanche éclaircit la couleur obscure de la mine, & la rend plus pâle (6). Par le grillage, la partie du fer est en quelque façon dégagée des liens de la pierre qui la retenoit fortement : ce qui fait voir que si la mine n'étoit pas calcinée, on auroit de la peine à dégager la partie métallique. C'est aussi ce qui a donné lieu à la regle reçue par-tout, que plus la mine en pierre a été calcinée, plus, lorsqu'on l'a mise au fourneau, elle est disposée à la fusion; plus la partie métallique se détache aisément de sa roche & des scories, plus on retire de métal avec une moindre quantité de charbons. D'ailleurs, par la calcination, la pierre devient plus aisée à être réduite en petits morceaux.

Des fondements d'un fourneau de fusion.

QUAND il est question de bâtir un fourneau, il faut choisir un terrein à l'abri de toute humidité : plus il sera sec, meilleur il sera. De-là il s'ensuit qu'un endroit élevé est préférable à un endroit bas, & le sable ou gravier à toute autre espece de matiere. Il faut sur-tout examiner si, dans le voisinage, il n'y a point quelque éminence qui fournisse de l'eau laquelle pourroit s'insinuer sous la fondation, toucher ou rafraîchir la pierre qui sert de fond à l'ouvrage. En général, sous quelque fourneau que ce soit, il faut pratiquer une espece de fosse couverte ou voutée, qui, non-seulement attire & reçoive toutes les eaux, mais qui ait encore communication avec l'air libre; ce qui se fait par le moyen d'un tuyau ou petit canal de fer, qui aboutit ou sous les soufflets ou au-devant du fourneau, pour laisser une libre sortie aux vapeurs, lesquelles arrêtées sous le fond de l'ouvrage le tiendroient toujours humide & empêcheroient l'accroissement & l'effet de la chaleur. Comme l'humidité est nuisible à la fusion, il faut, toutes les fois qu'on recommence le travail, nettoyer avec soin cette espece de réservoir, de crainte qu'en se remplissant, la vapeur ne puisse plus avoir une libre sortie. Comme il peut se trouver quelque source dans la proximité de ce réservoir; s'il y arrivoit tant d'eau qu'un syphon ne pût suffire, ou si la terre qui touche le fond étoit perpétuellement imbibée d'eau, si même le feu l'attiroit, & qu'elle se communiquât aux murs & parois du fourneau, alors il faudroit faire le réservoir beaucoup plus large & plus profond, y placer deux syphons, afin que l'eau mise en expansion par le feu, pût sortir librement & en quantité suffisante : pour garantir même plus sûrement le fond d'une humidité qui lui seroit pernicieuse, il faudroit faire une tranchée sous une partie du fourneau, même tout autour, qui rassemblât & écoulât toutes les eaux environnan-

(5) Mêlées avec une espece de gravier qui tombe du bucher de calcination.

(6) Le brillant de la mine disparoît, parce que la calcination enleve celui de la pierre.

tes, de façon qu'elles n'en puiſſent incommoder le fond.

Un endroit pierreux ou ſablonneux, ou pour le mieux, garni de ſcories, ſoit anciennes, ſoit nouvelles, eſt le meilleur que l'on puiſſe choiſir pour la fondation d'un fourneau. Si vous bâtiſſez ſur le comble d'un craſſier, vous aurez un terrein très-ſec ; car il ſemble que les ſcories abſorbent ou chaſſent toute humidité : outre qu'elles ſont pleines de trous & de petits canaux, & d'une contexture peu ſerrée, c'eſt qu'elles s'échauffent à un feu médiocre, enſorte que la chaleur rempliſſant les pores & les vuides, toute humidité s'en éloigne. Il y en a cependant qui penſent qu'il ne faut pas que le ſol ſur lequel on veut bâtir un fourneau, ſoit ſi aride, de crainte que la pierre qui ſert de fond, ne puiſſe auſſi-bien réſiſter à la violence du feu ; ce qu'on dit être arrivé en quelques endroits : mais il paroît qu'il faut plutôt attribuer cela à l'eſpece de pierre qu'on a employée pour le fond. Effectivement, il y a des pierres qui fondent aiſément à un feu médiocre, tandis que d'autres réſiſtent à ſa plus grande violence. Si en creuſant pour faire la fondation, on rencontre ou de la pierre ou un terrein ferme, on ne travaille pas immédiatement ; mais on fait une eſpece d'excavation, comme un petit réſervoir que l'on couvre d'une groſſe pierre, afin de recevoir les eaux qui s'inſinuent & qui ſerpentent dans les interſtices de la pierre, ou qui découlent de quelque hauteur voiſine. Il faut néceſſairement les faire évaporer, ſans quoi ces eaux enfermées fatigueroient & briſeroient la pierre fondamentale du foyer qu'elles refroidiroient. On doit, s'il eſt permis de s'expliquer ainſi, donner une eſpece de vie & de reſpiration aux eaux qui filtrent & qui s'inſinuent ſous l'ouvrage. Le propre de la chaleur eſt de diviſer continuellement l'eau, de la diſſiper ſucceſſivement, de l'attirer, enfin de la réduire en vapeurs : ce qui arrive probablement parce que l'eau, qui s'inſinue par des voies cachées, étant montée où il y a un certain degré de chaleur, ſe réſout en vapeurs, & par ce moyen eſt enlevée de l'endroit qu'elle occupoit. Ces endroits néanmoins ſont toujours ſujets à l'humidité, parce que les paſſages s'élargiſſant par cette eſpéce de travail d'une eau qui ſuccéde à une autre, après une partie évaporée, il s'en retrouve une nouvelle à évaporer. Il faut excaver le terrein ſur lequel on veut bâtir, juſqu'à ce qu'on ait trouvé la roche ; ſi on ne la trouve pas à une profondeur convenable, il faut y ſuppléer par des grillages en bois, ainſi qu'on le pratique pour tous les bâtiments conſidérables. Comme on eſt néceſſité de bâtir les fourneaux proche d'une riviere ou d'une chûte d'eau, afin de faire mouvoir la rouë qui fait travailler les ſoufflets, on ne peut pas toujours choiſir l'endroit que l'on ſouhaiteroit ; alors il faut recourir à l'art & à l'adreſſe pour rendre le terrein convenable.

Une obſervation eſſentielle, c'eſt que l'eau eſt tellement capable de cauſer du réfoidiſſement à un fourneau, que quoique ſur la foſſe du fond il y ait une lame ou table de fer très-épaiſſe, deſſus cette table une bonne quantité de ſable, & ſur le ſable une pierre de grais d'un pied d'épaiſſeur (7), cependant le feu a de la peine à augmenter & à acquérir le dégré néceſſaire pour la fuſion. D'une part l'eau refroidit, & en pénétrant la pierre, va en quelque façon au-devant du feu : d'autre, la chaleur chaſſe l'eau & la fraîcheur, de façon que dans un corps très-dur il ſe fait une eſpéce de combat entre le chaud & le froid, & la chaleur ſe trouvant atténuée par le froid, elle ne peut parvenir au degré que la fuſion demande : cela eſt prouvé par pluſieurs autres expériences. Par exemple, tant que le côté d'un corps dur ſera également refroidi, envain l'autre côté de ce corps ſera travaillé par une chaleur modérée & uniforme, elle ne pourra augmenter que conſéquemment à l'étendue occupée d'un côté par le froid, & de l'autre par le chaud : à moins que dans un corps dur la chaleur ou le froid n'aient un grand eſpace, dans lequel ils puiſſent par degrés augmenter ou diminuer, relativement à leur diſtance, de leur origine ; il n'eſt pas poſſible de les accroître dans le point où ils ſe rencontrent : mais nous parlerons de cela ailleurs. Voilà neanmoins ce qui arrive ſi l'on tient l'humidité enfermée ſous un fourneau, & ſi les vapeurs, excitées par le feu, en frappant perpétuellement le fond : au lieu que ſi on laiſſe une libre ſortie aux vapeurs, elles ne pénétrent pas les pierres ou autres corps durs qui les avoiſinent, mais échauffent ſimplement la ſuperficie qu'elles touchent, & n'arrêtent point ni ne détruiſent la chaleur qui les pénétre.

Dans les fourneaux de fuſion, il y a bien des choſes qui indiquent que les eaux ſont capables de diminuer, même de détruire, l'action du feu. Par exemple, le temps eſt-il pluvieux ou l'air humide, dans l'inſtant les ſoufflets, ſoit de cuir, ſoit de bois, pompent l'humidité & l'expirent : s'il ſe trouve quelque voie d'eau, ou s'il y a de l'eau arrêtée ſous l'aſpiration des ſoufflets (8), alors leur ſouffle devient humide ; il porte l'humidité dans le fourneau : & dans tous ces cas on s'apperçoit que le feu & la fuſion ſont moins vifs que lorſque l'air eſt aride & ſerein, & qu'il n'y a aucune humidité ſous les ſoufflets.

(7) De façon que l'eau eſt éloignée du feu par un mur d'une ou de deux aunes d'épaiſſeur, 1. pied 9. pouces ou 3 pieds $\frac{1}{2}$.
(8) Le ventau.

L'expédient

L'expédient le plus assuré pour éloigner toutes les eaux du foyer, & de vouter la fosse dont nous avons parlé, & de la tenir ouverte aux deux extrémités, afin de donner à l'eau un libre cours : on construit en sûreté le foyer d'un fourneau de fusion sur une voute.

Construction du corps du fourneau, c'est-à-dire, du mur qui entoure le vuide qu'on laisse dans le milieu d'un fourneau de fusion.

Les fondements faits, on travaille au massif du fourneau qui doit être d'une grande épaisseur. On vuide le terrein, comme on l'a déja dit, jusqu'à ce qu'on trouve la roche ou bien un terrein assez ferme pour soutenir une si grande masse. Si on ne trouve point la roche, on employe des grillages en bois en état de soutenir la construction. Pour cela, on observe les mêmes régles que pour les autres grands édifices. Quant au massif & aux parois, on les bâtit, sçavoir, le massif avec de grands morceaux de roche grise, qui est commune, (en Suédois *Graustein*), & les parois qui sont le mur intérieur, de pierres d'une autre espéce. Quelquefois on bâtit le massif, partie avec de grosses pierres, & partie avec de grosses poutres, qui enchevêtrées les unes dans les autres soutiennent tout l'édifice. Voici la maniere de bâtir suivant cette derniere méthode, qui est pratiquée par ceux qui ne sont pas en état de bâtir plus solidement : elle coûte beaucoup moins que l'autre.

Ce massif, qui renferme le vuide intérieur, dans lequel s'opére la fusion, se fait de quatre murs l'un contre l'autre. Le premier qui forme l'intérieur & qui est exposé immédiatement à toute la violence du feu, doit être construit de pierres choisies & reconnues par l'usage, pour être en état de résister au feu & de souffrir les matieres fondues, sans fondre elles-mêmes. Le second, contigu à ce mur intérieur, est bâti de roche grise commune ; d'environ la même épaisseur que le premier. Le troisiéme est fait avec de menues pierres, des scories pulvérisées & autres matieres de cette espéce, de façon qu'il faut moins le regarder comme un mur, que comme un mélange de différentes matieres rassemblées, pour donner de l'épaisseur aux deux murs dont on vient de parler. Le dernier rang est bâti de grosses pierres & de grosses piéces de bois entrelassées pour soutenir le total. Le vuide intérieur est de figure ronde ; dans un moment nous en donnerons la description : conséquemment le mur qui l'environne est rond. Le second est encore arrondi, mais moins que le premier. Le quatriéme, composé de pierres & de bois, est quarré. On emplit, comme nous l'avons dit, l'espace entre le second & le quatriéme mur avec des déblais de minieres ; des scories, des rebuts de mines calcinées, le tout cassé & plié. La partie extérieure d'un fourneau est donc quadrangulaire : mais pour avoir une idée plus claire de ces fourneaux, qui sont très-communs, nous allons décrire chaque mur en particulier.

Le mur extérieur, ou celui qui est exposé à l'action immédiate du feu, s'appelle en Latin *murus nuclearis*, en Suédois *Kernmur*, en François *parois* ou *mur d'enveloppe*. Il doit être construit dans des dimensions très-exactes. Les autres murs qui l'environnent, doivent, à la vérité, être bâtis avec soin & adresse ; mais la grande exactitude doit être réservée par le mur intérieur. Il faut d'abord n'employer pour le faire que des pierres choisies, c'est-à-dire, qui résistent bien au feu ; car si on se contente de la pierre ordinaire, il peut arriver que la violence du feu la fera ou éclater ou fondre, ce qui occasionneroit des accidents, quelquefois si fâcheux, que dès les premiers jours il faudroit abandonner un fourneau en travail après avoir brûlé inutilement bien du charbon. On ne trouve pas par-tout de cette espéce de pierres qui résistent parfaitement à l'action du feu. En Suede, on les appelle *Pipsten*, & en France, du nom général de *pierres de parois, du genre des apyres*. On en tire de diverses couleurs. En certains endroits elle est grise avec des veines verdâtres ressemblantes à des fibres, ou stries, qui traversent la pierre, & qui paroissent la remplir de petits trous. Quelques-uns employent, pour les murs de parois, une espéce de pierres feuilletées, de celles qui se débitent aisément, & si tendres qu'on les coupe, pour ainsi dire, au couteau, en sorte que l'on peut, tant qu'on le souhaite, l'amincir uniquement dans sa longueur. Cette espéce de pierre est fort rare ; & comme le talc, elle résiste très-bien au feu. Dans quelques endroits on se sert encore d'une roche de couleur noirâtre, mais quelquefois garnie de grains brillants. Elle a des stries dans sa longueur, & elle ne se casse bien que dans le sens de ces mêmes stries. Cette espéce est encore du genre des apyres & de la nature du talc. On s'en sert communément dans l'Helsingland (9) & ailleurs. A la longue, le feu la fait rougir ; ensuite exposée à l'air, elle se met en poussiere couleur de briques. Il y a encore d'autres espéces de pierres propres à la construction des murs de parois ; on peut même se servir de grais, ou de la pierre meuliere. En quelques endroits, au lieu d'employer ces matieres que nous venons de dire, on a tenté de faire le mur intérieur des fourneaux avec de seuls récréments ou rebuts de fer, bien

(9) Province de Suede.

entendu de ceux qu'on tire d'un fourneau quand il eſt arrêté, vulgairement mis hors; ces rebuts tirent ſur le noir à cauſe des particules de fer dont ils ſont remplis. Comme ils réſiſtent bien au feu, non-ſeulement on les emploie à bâtir les murs de parois les plus expoſés à la violence du feu; mais dans pluſieurs endroits, on en fait même la partie ſupérieure de ces murs, quoique la chaleur y ſoit bien moins conſidérable. (10) Ces récréments expoſés à l'air humide, tombent facilement en pouſſiere. Quoiqu'ils réſiſtent bien au feu, il y a cependant un certain danger de s'en ſervir, parce que l'humidité, ſoit de l'air, ſoit de quelque voie d'eau, occaſionnée par les pluyes, les attaquant, & les faiſant peu-à-peu tomber en pouſſiere, le foyer s'élargit, & n'eſt plus propre au travail. Ce mur, dont nous donnons la deſcription, doit avoir deux pieds, & en quelques endroits deux pieds & demi d'épaiſſeur. Plus il eſt épais, plus il dure. On le monte ordinairement à la hauteur de treize ou quatorze aunes. Celui qui le bâtira aura ſoin qu'il n'y ait aucuns joints ni trous qui ne ſoient exactement remplis avec du mortier fait de ſable & d'argile. Si les pierres ne ſont pas jointes de maniere qu'il n'y ait aucun vuide, on donne paſſage au feu, qui, s'inſinuant par-tout, ſouleve les pierres, dérange les mortiers, & fait tomber les matieres dans le foyer, ce qui nuit au travail, au point qu'on eſt obligé de finir la fuſion. (*C'eſt mettre hors.*) Ce mur peut aiſément être ſéparé des autres, de façon que quand le feu l'a endommagé, & que ce qui en reſte ne convient pas au travail, on le démolit entierement, & en ſa place on en conſtruit un nouveau, ſans toucher aux autres. On peut même refaire ce mur, ſoit dans ſa totalité, ſoit en partie ſeulement, ſans faire tort au reſte du fourneau.

Le mur, attenant ce premier, ſera bâti de bonne roche griſe commune (en Suédois *grauſten.*) Il n'eſt pas expoſé à la plus grande violence du feu, dont il eſt garanti par le premier mur intérieur. Il doit en avoir l'épaiſſeur, deux pieds ou deux pieds & demi, ainſi que la hauteur. Il faut auſſi en joindre bien exactement les pierres avec mortier de ſable & argile. S'il y a quelque vuide, la chaleur y pénétre; & l'on voit qu'elle y augmente & y travaille au point de corrompre les mortiers, de briſer toute liaiſon, de déranger les pierres, qui, à la fin culbutent dans l'ouvrage, comme nous l'avons dit. Lorſque le Fondeur s'en apperçoit, il eſt obligé d'arrêter ſon fourneau pour pouvoir raccommoder ces bréches, & remédier, pour ainſi dire, à ces bleſſures avant que de recommencer ſon travail.

L'eſpace vuide entre ce mur & le mur extérieur, ſe remplit de toutes ſortes de matieres, comme éclats de pierres, argile ſéche, ſcories pilées & débris de pierres déja brulées. Il feroit trop fatiguant & trop couteux de le remplir avec de groſſes pierres qu'il faudroit monter avec des machines. Comme les murs, de part & d'autre, retiennent ce rempliſſage, on comprime toutes ces matieres en les pilant avec des marteaux, les battant à la demoiſelle, & les foulant avec les pieds.

Le mur extérieur eſt bâti de gros quartiers de pierres entrelaſſées, & ſoutenues par de groſſes piéces de bois. Ces piéces ſont très-fortes: on en met dix ou douze de chaque côté. Elles ſe tiennent & s'accrochent à chaque extrémité par des encoches, enſorte qu'elles embraſſent & ſerrent le mur.

Un fourneau, bâti ainſi, ne dure pas long-temps; car quoique ces différents murs & ce rempliſſage ſoient fortement ſerrés enſemble par les piéces de bois, avec le temps, ces poutres ſont obligées de céder au poids d'une maſſe énorme; peu-à-peu elles ſe courbent, les encoches des angles échappent, & quelquefois une partie conſidérable culbute. D'ailleurs, quoique l'on emploie des bois ſains & ſecs, comme ils ſont expoſés à l'humidité de l'air & à la chaleur, ils ſe ramolliſſent & pourriſſent. Il y a auſſi à craindre du côté du feu, qui ſe met aiſément à cette charpente, & renverſe tout l'edifice: ce qui ne peut arriver lorſque tout le mur eſt bâti de bonnes pierres.

On avoit encore la coutume de mettre des chaſſis en bois ſous les différents murs, dont nous venons de parler: mais les injures du temps dérangeant peu-à-peu ces bois, cela faiſoit fendre & pencher l'édifice, ce qui fait qu'aujourd'hui tout le bas eſt bâti de groſſes pierres.

Quand les murs ſont à la hauteur convenable, on éleve deſſus, par le moyen des appuis, un cloiſonnage de bois de la hauteur de ſix pieds (11). C'eſt une eſpéce de ſecond étage quadrangulaire, arrêté par des chevrons & ſoutenu par des pieds droits. On y emploie quelquefois de très-fortes piéces de bois, ou bien on le fait de briques. Ce cloiſonnage s'appelle *la couronne*, qui ferme l'endroit où l'on dépoſe la mine, & où on la met à couvert, ainſi que les Ouvriers deſtinés à charger le fourneau, & à y veiller continuellement. D'autres, pour mieux garantir

(1) Non-ſeulement on en fait l'ouvrage & le foyer ſupérieur au-deſſus des échelages, mais même la totalité des parois. Pour entendre ce que c'eſt que les récréments dont parle Swedemborg, il faut ſçavoir que c'eſt la même choſe que ce que nous appellons *des laitiers tranchans.* C'eſt de l'argile à moitié fondue qui s'eſt inſinuée avec quelques parties de fer recuit dans les interſtices des pierres: ce qui fait que lorſque l'on défait un ouvrage, on en trouve de très-groſſes maſſes. C'eſt de l'argile, quelques particules de fer, & des parties de pierre liées enſemble.

(11) Les Batailles.

les Ouvriers des injures de l'air, forment cette partie en voute, laissant au milieu & au-dessus du feu une ouverture, pour laisser échapper la fumée & les étincelles.

Pour ce qui regarde l'épaisseur de ces murs, pris ensemble, depuis l'extérieur jusqu'au vuide intérieur, elle est de neuf ou dix pieds de chaque côté : & comme le vuide est de six pieds, il y a extérieurement, d'un angle à l'autre, vingt à vingt-six pieds.

Le total de l'édifice est quadrangulaire & bâti de pierres : mais des quatre murs extérieurs, il y en a deux (12) qui sont perpendiculaires & sans discontinuité ; les deux autres (13) ne sont ni perpendiculaires ni entiers : l'un & l'autre vient obliquement rentrer au foyer : il y a une retraite dans le mur du côté des soufflets. La raison de ce procédé est qu'il faut de l'espace, pour que ces soufflets puissent se mouvoir librement, être remués, levés, abbaissés par les cammes & les leviers. Il faut aussi pouvoir placer les buzes des soufflets, & les diriger au milieu du foyer, afin que le feu soit entretenu & animé par le vent, comme on le souhaite. Si ce mur ne rentroit pas en-dedans, il n'y auroit pas de place pour ces opérations, & le vent ne pourroit être dirigé vers le milieu du foyer. L'autre retraite est dans le mur de devant du fourneau, celui où le Fondeur & les autres Ouvriers travaillent, tirent les scories, coulent le métal, levent & mettent hors la gueuze avec des roulets. Il faut que l'obliquité vienne jusqu'au foyer : car comme à chaque instant on est obligé de travailler dans l'ouvrage, on ne pourroit le faire si le mur n'étoit pas incliné, comme on l'a dit.

Quant à l'obliquité de ces deux murs & leur inclinaison vers l'intérieur, il convient d'être instruit que cette inclinaison doit commencer environ au milieu du fourneau, & aboutir insensiblement au foyer. Les angles & la hauteur de cette inclinaison ne sont pas par-tout les mêmes. Les uns sont plus grands, les autres plus petits, c'est-à-dire, plus aigus ou plus obtus ; & conséquemment l'obliquité commence, ou au milieu du fourneau, ou plus bas. Si eu égard à la perpendiculaire, on donne une moindre obliquité, il faut alors que le plan incliné monte plus haut, & conséquemment qu'il occupe une plus grande étendue. Au contraire, plus grande est l'obliquité, eu égard à la perpendiculaire, ou bien plus l'angle est obtus, moins le plan incliné occupe d'espace : voilà ce qui est cause que la hauteur de l'inclinaison varie. J'ai observé que dans quelques endroits, l'angle d'obliquité est de quarante degrés : conséquemment le plan incliné est plus élevé. Dans d'autres endroits, on donne à cet angle jusqu'à cinquante ou soixante degrés, ce qui fait autant de variétés.

Le mieux est que le plan incliné ne soit pas élevé, ce qui rend l'angle plus grand ou plus obtus. La raison est, qu'alors il n'occupe pas une si grande portion des parois, & conséquemment leur épaisseur n'est pas tant diminuée. Plus le mur s'éloigne de la perpendiculaire pour s'approcher du foyer, moins il reste d'épaisseur aux parois, par conséquent moins ils sont en état de résister à l'action du feu. On ne peut empêcher qu'il ne les fende, ne les crevasse, ne brûle & détruise les mortiers ; & après s'être fait un passage en-dehors, la chaleur de l'intérieur diminue, son action s'affoiblit, & la fusion en devient plus lente.

Comme l'épaisseur des murs est d'environ neuf pieds, la base de cette partie déclinée égalera donc un plan horizontal de neuf pieds ; mais attendu que la plus grande partie de l'édifice est construit de gros quartiers de pierres, de peur que cette inclinaison ne le fasse tomber, on le garnit de fortes marâtres de fonte, qui par leur extrémité entrent & tiennent dans les murs de côté, ce qui soutient cette partie : il faut que ces marâtres soient plus ou moins longues suivant la place qu'on leur destine, plus haute ou plus basse. Elles ont depuis douze jusqu'à dix-sept pieds de longueur, sur un pied d'épaisseur, & sont de forme triangulaire. Les uns en mettent plus, les autres moins : plus il y en a, plus l'ouvrage est solide. J'en ai vû trois, neuf, & jusqu'à quatorze, ce qui garantit le mur de toute ruine. Plus on en met, plus l'angle d'obliquité est obtus, ce qui diminue la hauteur du plan incliné : alors tout est bien soutenu. J'ai cependant vû de ces marâtres de fonte courbées sous le poids qu'elles soutenoient ; & d'autres qui, d'une nature fragile, étoient cassées. Dans quelques endroits, lorsque les propriétaires ne sont pas riches, ils soutiennent ces plans inclinés avec des pieces de bois : mais outre qu'elles plient aisément elles sont si fort exposées au feu, qu'il est impossible de les en garantir ; & une fois brûlées, toute la partie tombe.

Comme une simple description ne laisse pas des idées assez claires, je vais en donner le dessein. *ABC* (*Pl. I*, *fig* 1.) est la cavité intérieure, ou cheminée du fourneau, dans laquelle on met les charbons & les mines, & où se fait la fusion. *DMMD*, est le mur intérieur qui comprend les parois & l'ouvrage. *EE* est le mur voisin des parois. *FF* est l'espace entre le mur rempli de moëlons, crasses, & autres matieres. *GGG* est le mur extérieur qui enferme le reste, & le rend solide par la façon dont il est bâti

(12) La Rustine & le Contrevent = (13) Le devant & la Thuyere.

avec de grosses pierres & pieces de bois. *HH* sont les Batailles ressemblantes à un second étage. *P* est l'appui de bois qui entretient la liaison à la naissance des différens murs, faisant l'office d'un pilier, d'un soutien. *II* est la fondation faite de bons matériaux. *QQ* est l'obliquité du côté des soufflets. Il y a un autre côté pareillement incliné où le Fondeur & les Ouvriers travaillent: on l'appelle, *la poitrine* (*le devant*). On ne voit que trois marâtres. *K* est la fosse qui reçoit l'humidité. *L* des piéces de fonte, des plaques qui couvrent la voûte. *N*, du sable amoncelé sur ces plaques. *M*, la pierre fondamentale du foyer. *C*, le foyer qui reçoit le métal fondu & où il se cuit & se purifie, suivant les régles qu'on établira ci-après. *OOO* est un espace au-dessus du foyer que l'on fait plus ou moins grand, plus ou moins étroit, suivant les différens degrés nécessaires à la fusion. Cet espace est enfermé par un mur incliné, de façon que la mine fondue coule dans le foyer sur ce plan incliné. (On l'appelle, *les echelages* ou *foyer supérieur*). Jamais la fusion ne se fait plus haut.

Autrefois on bâtissoit les fourneaux bien plus simplement: on n'observoit pas des régles si exactes pour le vuide intérieur; l'ouvrage ne s'arrangeoit pas avec l'ordre que nous avons décrit; & le tout n'avoit ni tant d'épaisseur ni tant de hauteur. L'édifice étoit informe, comme on l'apprend d'Agricola & de quelques autres Anciens qui en ont donné la description. Ces ouvrages rendoient moins de fonte, & consommoient plus de charbon. Dans la suite, quand un fourneau en travail a été taxé, & obligé de payer tous les jours au Gouvernement une certaine somme, pour en augmenter le produit & diminuer la dépense, on les a élevés davantage & bâtis plus solidement: on a fait le foyer plus grand & dans des dimensions exactes.

Formation de cheminée ou du vuide qui occupe le milieu d'un fourneau.

POUR former le vuide intérieur d'un fourneau, il faut beaucoup d'exactitude: c'est-là où le feu agit avec violence, & fond la mine. Si on ne donne pas à ce vuide des mesures exactes, c'est-à-dire, si on ne donne pas l'espace convenable à la partie supérieure, au milieu & au fond, on travaille inutilement. On sçait que la force du feu augmente ou diminue, selon sa quantité & l'espace qu'il occupe. Plus l'espace & le feu sont grands, plus l'action du feu est grande. Il n'y a pas tant de chaleur dans la flamme d'une chandelle, que dans un grand bucher enflammé, & céla dans certaines proportions. Lorsqu'on a mis une quantité de matieres assez considérables pour procurer un grand degré de feu, il s'ensuit que la figure du vuide intérieur qui contient cette quantité, contribue beaucoup à lui donner laction nécessaire pour la fusion. Quand l'espace est plus grand & plus ample, la force du feu, & conséquemment la fusion augmentent. Comme il ne faut pas que la mine, jettée dans un fourneau, fonde d'abord, & qu'il est nécessaire que successivement elle s'échauffe, se torréfie, blanchisse & fonde, il faut user d'industrie & de régles pour que tout cela s'opere par degrés. Par l'action continuelle du feu, les murs s'échauffent de plus en plus, ce qui, par la réaction, augmente ensuite considérablement la force du feu.

Les Ouvriers, qui n'ont d'autres régles que leurs usages, & qui ne se sont instruits qu'à force de dangers & de pertes, ne s'accordent pas sur l'espece de regle qu'on doit suivre. Les uns veulent que le vuide intérieur soit étroit au-dessus, plus large en bas, mais très-large au milieu; d'autres le veulent plus étroit en bas qu'en haut: en un mot, ils ne sont pas d'accord sur l'étendue & les dimensions que l'on doit donner à ce vuide: c'est ce dont nous parlerons ci-après. Pour ce qui regarde ce qu'ils appellent *le ventre* (14), nom qu'ils ont donné à cette partie du vuide intérieur à cause de sa figure, ils conviennent tous qu'il faut qu'il soit plus ample dans le milieu, que dans le dessus ou le dessous; mais ils ne s'accordent pas encore s'il faut que cette plus grande étendue soit précisément au milieu, ou un peu plus bas ou un peu plus haut. Ils ne sçavent pas que c'est la nature des mines à mettre en fusion, qui doit donner cette différence. Une mine chargée de soufre, veut une autre dimension pour se mettre en fusion, qu'une mine qui en est privée. Une espece fond aisément; l'autre résiste long-temps au feu, avant qu'il puisse la séparer de sa roche; & comme les Ouvriers ignorent ces différences, ils préférent aveuglément une méthode à une autre, & se font illusion sur leur expérience particuliere. Je ne puis passer sous silence que les Fondeurs négligent de prendre soin du total du vuide intérieur; ils ne pensent qu'au foyer, mais le feu dans le foyer étant comme un torrent dont l'activité & la force s'échappent par le dessus, & animant toutes les matieres contenues dans l'intérieur, si les Fondeurs ne connoissent pas les raisons & la méthode de rendre leur foyer analogue au total du vuide, ils ne peuvent espérer de réussir.

D'abord, il faut sçavoir qu'il n'y a pas cinquante ans, ou cent au plus, qu'en Suede on faisoit la cheminée des fourneaux moins

(14) Le Foyer supérieur, ou le dessus des Echelages. C'est-là qu'est le plus grand vuide.

haute

haute qu'à present & de forme quadrangulaire, comme il se pratique encore dans plusieurs endroits de l'Allemagne & de la Suede. Quelques-uns sont attachés aux coutumes de leurs peres, & les conservent scrupuleusement. D'autres ayant reconnu que la fusion se faisoit mieux dans des fourneaux ronds, leur ont donné la préférence; & aujourd'hui on ne trouve presque pas un intérieur de fourneau qui ne soit rond du haut jusqu'en bas.

Nous allons donner le dessein de la machine qui sert à tracer cette rotondité. On a une échelle graduée *HHHII*, (*Pl. I. fig.* 2.) qui est arrondie suivant la courbure que l'on veut donner au fourneau: on la place dans le milieu ou le centre du fourneau. Un des montants, armé d'un pivot de fer, est porté sur la pierre du fond *CD*, & sa partie supérieure est arrêtée par un collier, au moyen d'une potence attachée dans le dessus. *BIID* représente l'axe, autour duquel tourne l'échelle pour pouvoir être présentée à toutes les parties du mur à bâtir, & lui donner la dimension requise. A mesure qu'on éleve les parois, ainsi qu'on le voit en *HH*, on la fait tourner pour les bâtir avec exactitude, & on ne la démonte que quand les parois sont poussés jusqu'au-dessus.

Les dimensions de l'échelle graduée, ou pour mieux dire du vuide qui se forme par son moyen, ne sont pas les mêmes dans toute son étendue. Si le plus grand diamétre du ventre égale quatre parties, le haut en aura trois, le ventre quatre & le bas deux: de maniere que le rapport des trois diamétres ou circonférences, sera comme trois, quatre, deux. Il n'y a cependant pas d'inconvénient de faire le bas plus ample & égal au-dessus, parce qu'on bâtit dans le bas un nouveau mur, qui, rejoignant insensiblement le grand espace du foyer supérieur, va par degrés rejoindre le foyer d'en bas (15). Dans la plus grande partie des fourneaux que j'ai eu occasion de voir, le vuide intérieur est à l'orifice supérieur de huit à neuf aunes de circonférence, au ventre de dix à douze, & au bas de six & demie ou sept aunes: il y a d'autres cheminées qui n'ont ni une si large ouverture, ni un si grand ventre.

Pour chercher la meilleure proportion & la dimension qu'il faut préférer, je n'ai pas voulu recourir aux raisons *à priori*, ni aux préceptes géométriques; je me suis plutôt arrêté aux raisons *à posteriori*, & à l'expérience. Les raisons des Ouvriers qui s'appliquent à cette partie, ne sont que de simples expériences tirées de leur travail journalier, ce qui me détermine à ne rapporter ici que les méthodes que j'ai tirées des Ouvriers mêmes: ce n'est pas ici le lieu de donner des régles en forme.

D'abord, pour ce qui regarde le ventre ou le milieu du vuide & son espace, dont la circonférence est ordinairement de dix à douze aunes Suédoises, il faut considérer, 1°. que si le ventre est trop grand, les parties métalliques sont soudainement rompues, & il arrive plutôt un déchirement qu'une séparation: quand la pierre qui accompagne la mine, est défendue dans cet endroit, elle fond d'abord & coule dans le foyer. Le plus grand feu est-là: c'est en quelque façon le centre de la chaleur; elle y est entretenue, non-seulement par le feu du foyer qui pousse en en-haut, mais encore par la réaction & pression de celui de dessus, & principalement par le poids des matieres supérieures. Plus grand est l'espace du ventre, plus grand est le volume du feu; ou plus est grand le gouffre qu'on emplit de feu, plus le degré en est augmenté & approche du feu de l'enfer. Quand les mines, déja échauffées, viennent à descendre dans ce gouffre, elles y sont déchirées, & coulent d'abord dans le foyer encore crues, & sans être suffisamment séparées de leur roche & autres corps, avec lesquels elles sont combinées: dès-lors elles gâtent nécessairement le métal. Plusieurs parties métalliques s'empâtent & se convertissent en scories, ce qui occasionne une grande perte. Le fer, en quelque façon, sort impur & crud. La chaleur même du foyer est comme diminuée & affoiblie par ces matieres gluantes, ce qui retarde la fusion & y nuit beaucoup. Les bons Fondeurs n'aiment pas ces ventres si larges, parce qu'ils ne sont pas proportionnés pour dissoudre & digérer, comme il convient, les aliments qu'on leur fournit.

Il y a encore une autre raison pour ne les pas faire si grands, raison qui n'a été connue des Fondeurs que par la peine & le travail que cette dimension leur a occasionnés. En effet, quand le milieu du ventre est d'une grande étendue, il est nécessaire que sa partie inférieure soit plus oblique qu'il ne convient, en descendant sur le foyer; car le foyer n'a qu'un pied & demi de largeur: un de ses côtés répond au centre du ventre. Le diamétre du ventre étant d'environ quatre pieds, conséquemment ce côté du foyer qui répond au milieu du ventre, se trouvera dans sa partie supérieure d'une obliquité trop considérable, de maniere que la mine fondue tombera presque toute sur le plan incliné de ce mur, c'est-à-dire, qu'il la recevra presque toute avant qu'elle puisse glisser dans le foyer. Il faut remarquer que l'obliquité dont je parle, est celle qui résulte de son éloigne-

(15) Le Creuset.

ment de la ligne perpendiculaire, & non de l'horisontale : le fer une fois en fusion s'épaissit aisément, c'est-à-dire, qu'il perd facilement sa fluidité. Si donc en tombant il est retardé par la longueur d'un plan trop incliné, relativement à la perpendiculaire, il s'attache au mur, & y reste agglutiné comme de la poix : il ne coule dans le foyer que lorsqu'étant amassé en très-grande quantité, son propre poids le fait glisser sur le plan incliné. De-là, il arrive que ce fer plus froid & moins fluide que celui qui est en bain dans le foyer, fait avec ce dernier une espece de combat & de bouillonnement, comme il arriveroit à du cuivre fondu, sur lequel on jetteroit de l'eau. La chûte de ces masses dans le foyer, fait soulever & bouillonner des scories noirâtres, excitant des flots qui se terminent en pointes. Le volume, la masse fondue s'enfle, bouillonne & se répand par le dessus du foyer, comme l'eau bouillante par-dessus le vase qui la contient : la thuyere s'emplit de scories noires, & se bouche. Celles qui sortent du fourneau, font couleur de fer & de fumée, contenant beaucoup de parties métalliques. Ce dérangement revient périodiquement comme la fièvre froide, & cela toutes les fois qu'il y a assez de fer amassé sur les échelages, pour que son propre poids l'entraîne dans l'ouvrage ; à moins que le Fondeur ne sçache appaiser ces flots, en tirant les scories avec le crochet, en travaillant avec le ringard la matiere qui s'enfle & qui bouillonne, & qu'il ne cesse en quelque façon d'écumer, le foyer se remplira de matieres visqueuses & ténaces, les ouvertures se boucheront, & il n'y aura plus de soin ni de travail qui puisse garantir l'ouvrage.

Outre ces raisons, il y en a encore une que l'expérience a mise à découvert. Le vent qui est chassé par toute la cheminée, rase les parois, & par une espéce de cours spiral fait effort pour sortir en s'échappant proche des bords : au lieu que si cette partie du ventre est très-large, si elle s'éloigne beaucoup de la perpendiculaire, ce même vent est poussé vers ce côté incliné, ou il est arrêté par les matieres, ou il est réfléchi, ou il prend une autre route, & gagne ainsi le dessus par des chemins tortueux, mais uniformes. Alors le vent agissant continuellement sur cette partie (le plan incliné), il arrivera qu'à la longue & peu-à-peu il la liquéfiera : ou bien à force de ronger il la creusera : ce qui, non-seulement affoiblit cette partie exposée à toute l'ardeur du foyer, mais rend inégale & difficile l'opération de la fusion : il se ramassera beaucoup de fer fondu dans l'espace qui sera ainsi rongé & creusé. Il se formera une espece de croute, qui descendra moins vite par le défaut de la chaleur ; & ce fer, ainsi refroidi, tombera dans le foyer où la chaleu est extrême. Ajoutez à cela que quand on arrêtera le fourneau, il faudra rétablir cette partie dégradée : voilà les vices attachés au ventre trop large d'un fourneau, & les inconvénients qui en résultent.

Sa position la plus avantageuse est d'être placé un peu plus bas que le milieu du fourneau ; car il faut observer que la mine, qu'on jette par le dessus, doit passer par tous les différents degrés de chaleur, avant que de parvenir à celui néceffaire à la fusion. Dès-là, quand la partie supérieure de la cheminée a une certaine élévation, & que les murs sont presque paralleles jusqu'à une certaine étendue, d'abord la roche de la mine s'échauffe doucement dans le dessus. Sa chaleur augmente de plus en plus en descendant & par degrés, jusqu'à ce qu'elle blanchisse ; & qu'enfin parvenue au gouffre, elle fonde & tombe dans le foyer en forme de pluie. Si le plus grand diametre du ventre n'est pas au-dessous du milieu de la cheminée, la mine ne peut passer par tous les degrés de chaleur qu'on souhaite, avant que de venir à celui de fusion : d'où il faut conclure que la vraie place du plus grand espace du foyer supérieur, est au-dessous du milieu du fourneau.

Il faut aussi prendre garde que la grande largeur du ventre ne soit placée trop proche du foyer d'en-bas, cela occasionneroit cette obliquité dangereuse dont nous avons parlé. Ce plan trop plat (16) retiendroit le fer, lui donneroit occasion de s'amonceler, jusqu'à ce que son poids l'entraînât dans le foyer.

D'un autre côté, si la largeur du ventre est placée au-dessus du milieu du vuide intérieur, alors la mine arrive trop tôt dans le grand feu, & n'ayant point passé par les différents degrés de chaleur qui doivent l'y préparer, elle se dissout & se met en gouttes, avant que les souffres grossiers & nuisibles soient évaporés.

Pour ce qui regarde la partie supérieure du fourneau, qui arrête insensiblement la mine pour la laisser peu-à-peu descendre dans le gouffre, qui absorbe & dissout tout, elle sera bâtie suivant la dimension des parois ; auxquels on fait un peu quitter la parallele pour former insensiblement un plus grand vuide. Les murs qui forment cette partie, formeront par leur retraite & leur obliquité, le grand espace du foyer dont nous avons parlé. Il faut, touchant cette partie du dessus observer, 1°. que les murs étant paralleles, le feu augmente par degrés ; qu'il est moins violent au-dessus ; que de puis là il va en augmentant, & qu'il travaille de toutes parts sur la mine qui descend lentement. D'autre part, les charbons s'enflamment davantage

(16) Les Echelages.

& successivement, ce qui occasionne dans les parois une chaleur graduée, qui pénétre la mine suivant ses degrés différents, & la dissout après avoir rongé & chassé les corps étrangers. Si au contraire ces murs ont trop d'inclinaison, la mine descend trop vîte, & fond avant que les soufres en soient chassés.

2°. Il faut avoir égard à la nature de chaque mine. Si elle est chargée de soufres grossiers, la partie supérieure de la cavité doit parallelement descendre plus bas que lorsque la mine en est privée. Pour que la partie sulfureuse soit chassée par cette espece de calcination ou de grillage, il faut que la mine ait essuyé tous ces différents degrés de chaleur avant que d'arriver au feu de fusion. On a beaucoup de peine à expulser ces soufres, qui unis au fer, le gâtent entiérement : d'où il s'ensuit que plus le fourneau est élevé & les murs paralleles, plus on s'en débarrasse, ainsi que du phlogistique grossier.

Quant à l'entrée supérieure du fourneau (17) les uns la font plus large, les autres plus étroite. Dans certains endroits elle a trois pieds de diametre ; dans d'autres elle en a six. Est-elle trop étroite ? l'action du feu sur la mine est moins grande. Le vent enfermé dans cette cavité ne s'échappe pas si promptement : il dépouille le charbon de sa superficie enflammée, en détache des étincelles, & lui enleve sa chaleur ; ce qui diminue l'activité du feu, & retarde la fusion. Si au contraire l'ouverture est trop large, le vent, qui est l'ame de la fusion, s'échappe trop aisément, & ne fait point l'effet qu'il faut sur la mine. D'où il suit qu'une bouche large consomme en peu de temps les charbons sans travailler sur la mine ; & le fer qui est trop subitement mis en fusion par un violent degré de chaleur, reste imprégné de corps étrangers dont le feu ne peut plus le séparer, alors on recuit infructueusement le vice & les matieres inutiles. D'où il faut conclure qu'en prenant le milieu, c'est-à-dire, en ne faisant la bouche ni trop large ni trop étroite, on travaillera en sûreté.

Quelquefois, pendant qu'un fourneau est en travail, on voit à la longue cette ouverture (18) s'élargir. J'en ai vû une élargie d'environ un pied, de façon que de ronde elle étoit devenue ovale. Cela vient en partie du passage continuel de la flamme, qui leche & emporte toujours avec soi quelques parties des pierres & mortiers ; ce qui est prouvé par la seule inspection des murs, qui, par le travail, deviennent polis comme du verre ou du marbre. Cela vient aussi du vent, qui, poussé en abondance dans ce gouffre de chaleur, se dilate prodigieusement, & par cette dilatation écarte & rompt principalement les murs de dessus. Cette ouverture supérieure s'élargit plus aisément s'il y a la moindre fente dans le mur extérieur, ou si les poutres qui les soutiennent, se sont courbées ou dérangées. Le feu & le vent profitent de ces accidents pour séparer les murs exposés à leur action.

Quant à la partie inférieure ; celle qui est proche du foyer, il est peu important qu'elle soit plus ou moins large : car il faut la rétrécir par un petit mur (19) duquel nous parlerons ci-après, & par ce moyen, la joindre au foyer inférieur & au ventre. Peu importe donc, quand on forme le vuide, que cette partie inférieure soit plus ou moins large, mais on ne peut avoir trop d'attention pour que du haut en bas, les parois ne s'éloignent pas beaucoup de la perpendiculaire, & que les différentes inclinaisons soient faites suivant les regles.

De la fondation du foyer.

Nous avons dit ci-devant quelque chose de la fosse qui doit être sous l'ouvrage. Cette excavation est faite pour recueillir toute humidité & pour s'en débarrasser ; car le feu attire l'humidité par des voies cachées, & lorsqu'elle est ainsi rassemblée elle se met en vapeurs & sort par les soupiraux. Cette fosse a la même longueur que le foyer sur la hauteur d'une palme (20), & la largeur d'un pied. Si l'endroit est fort humide, il faut la faire plus grande. Elle le sera assez si l'on peut y fourer le bras pour en tirer les matieres qui pourroient y être tombées. Cet endroit doit être nettoyé de tout ce qui pourroit nuire à l'évaporation. Le sol de cette fosse doit baisser du côté des soupiraux qui servent à exhaler l'humidité. Elle doit être entourée de pierres ou scories choisies, comme il est représenté dans la figure *Z*. Le dessus est couvert d'une grande plaque de fonte, épaisse & de forme quarrée, dont les côtés ont deux pieds & demi sur quatre ou cinq pouces d'épaisseur, pesant environ huit cents. Cette piece est posée & scellée avec de l'argile, de façon qu'il n'y ait pas de jour par où la vapeur puisse s'exhaler, & gagner le sable qui est au-dessus. Quelques-uns, au lieu d'une plaque de fonte, cherchent une pierre quarrée & épaisse pour couvrir cette fosse ; ayant soin de bien fermer toutes les jointures avec du l'argile. Sur cette pierre, on met du sable qu'on répand également de tous côtés, afin qu'il ne puisse sortir de vapeurs que par les soupiraux que nous avons dit. Sur cette aire de sable bien unie, & qui est épaisse de six à neuf pouces, on place une grande pierre taillée, telle que la figure *E* la représente. Cette pierre fondamentale du foyer est épaisse de neuf pouces ou un pied, de figure quarrée ou autre.

(17) On l'appelle la *Bouche* ou *Gueulard*. = (18) La Bouche. = (19) Les Echelages. = (20) Environ 8 pouces.

comme cela ſe trouvera, longue & large de cinq pieds, de façon qu'elle rempliſſe l'eſpace du foyer, & ſerve de baſe aux murs de l'ouvrage. On prend pour cela de la pierre vitrifiable ou calcaire, ou toute autre eſpece reconnue propre à ſoutenir le fer en fuſion pendant pluſieurs ſemaines. Il ne faut pas ſe ſervir d'une pierre nouvellement tirée, parce qu'elle ſeroit humide, & quelle conſerveroit intérieurement des parties aqueuſes, qui, dilatées par le feu, ne pourroient s'échapper qu'à travers le fer en fuſion, & conſéquemment arrêteroient, en quelque façon, l'ardeur du feu & la fluidité du métal. Pour éviter ces inconvénients, il faut laiſſer cette pierre expoſée au ſoleil d'été pendant un certain temps: peu-à-peu l'humidité intérieure ſe diſſipera. On peut encore, dans le beſoin, la faire ſécher au feu. L'expérience a appris que les pierres qu'on deſtine à cet uſage, ſéchent mieux ſi on les laiſſe pendant un an devant le feu, mais à une diſtance raiſonnable. Un feu ſubit, au lieu de chaſſer l'humidité, la fait en quelque façon rentrer comme dans une priſon, d'où la chaleur la fait ſortir avec effort; ce qui ſe fait quelquefois avec tant de violence, que la pierre ſe briſe en éclats.

On garnit de ſable, mêlé d'argile, cette pierre fondamentale dans tous ſes côtés: ce mélange ſe durcit conſidérablement au feu. Il faut bien jointoyer toutes les ouvertures avec cet enduit, de crainte que l'humidité, au lieu de paſſer par les ſoupiraux, ne s'échappe par l'ouvrage. Les plus habiles éprouvent tous les jours, que la moindre humidité renfermée dans les pierres, ou inſinuée ſous le ſable, fait plus de tort au fer en fuſion, qu'un ruiſſeau qui viendroit frapper le deſſous de la plaque de fonte. Le fond du fourneau échauffé repouſſe l'humidité, mais l'humidité enfermée dans la pierre ou autres matieres, ne cherche point d'autre ſortie que du côté où la flamme eſt la plus violente. Où le feu eſt le plus grand, là les pores ſont le plus ouverts, & l'humidité s'y inſinue. Peut-être auſſi que les pierres ſont tiſſues, de façon qu'elles ne peuvent donner d'autre iſſue. Puiſque l'humidité dont on parle, eſt ſi nuiſible, tant au fer en fuſion, qu'à celui qui eſt à fondre, il faut employer tous ſes ſoins pour qu'elle ne puiſſe s'échapper par l'intérieur du fourneau, & encore moins par l'ouvrage.

Du foyer (21) *& de ſa conſtruction.*

SUR la pierre, ſervant de fond, on en place trois autres du genre de celles qui réſiſtent au feu, elles entourent de trois côtés cet eſpace de figure oblongue. Le vuide, qu'elles forment, s'appelle *le foyer* (22). Les deux pierres qui ſont poſées ſur la longueur, s'appellent *pierres de côté* (23). La troiſieme, placée tranſverſalement (24), ferme un des côtés de ce creuſet. Ces trois pierres poſées, on les entoure & on les ſcelle avec du ſable qui doit boucher & remplir toutes les jointures & ouvertures. A la chaleur, ce ſable ſe vitrifie, & ferme alors encore plus exactement tous les déjoints; il fait de ce côté une maſſe avec le fond, de façon que le fer en fuſion ne peut s'échapper: & dans le cas où l'humidité auroit pénétré le ſable qui eſt deſſous le fond, elle ne pourroit s'inſinuer ni percer dans le creuſet. Outre cela, on remplit de ſable l'eſpace qui reſte entre les pierres de coſtiere & les parois, pour qu'il n'y ait aucun vuide; ce qui conſolide & affermit ces pierres, & empêche que le poids du métal en fuſion ne puiſſe les déranger ou y occaſionner, ſoit une ouverture, ſoit toute autre dégradation. Les coſtieres ont un pied & demi de longueur, & d'épaiſſeur; on les choiſit du genre des grais ou des ardoiſes, même des calcaires: il n'importe, pourvû qu'elles réſiſtent bien au feu. Le total du foyer eſt d'une figure oblongue de trois pieds à trois pieds & demi de longueur, d'un pied & demi à trois quarts de largeur, ſur neuf pouces de hauteur, & pouvant contenir 2400, 3000, ou 3600 liv. de métal fondu.

La grande ſcience & l'art du Fondeur, conſiſtent principalement dans la formation & juſte dimenſion du foyer; à moins qu'il n'y ait un rapport, une proportion convenable entre la hauteur & la largeur, il ne faut point eſpérer de ſuccès dans le travail. C'eſt par cette raiſon que ceux qui entendent cette partie, ont des modeles en bois, ou patrons précis, ſur leſquels les dimenſions ſont exactement tracées, & dont ils ſe ſervent pour diriger celle des pierres. S'il faut que les ouvertures ou les murs aient quelque obliquité, ils la dirigent ou par des meſures graduées, ou en verſant de l'eau pour voir la pente, ou par mille autres méthodes induſtrieuſes & communes. Le foyer eſt comme la chaleur vitale, ou la place du cœur: le vent & les ſoufflets tiennent lieu de poumons, & repréſentent la vie & l'ame. Le moindre dérangement dans le creuſet, eſt une maladie qui ſe communique à tout le fourneau: alors tout le travail de la fuſion languit, & la ſéparation des parties métalliques, ou la digeſtion, ne s'opere plus comme il faut: le fourneau ne reçoit d'aliments qu'au *prorata* de ce que le foyer en peut lui-même recevoir & digérer. De-là il ſuit que ſi l'humidité s'inſinue dans l'ouvrage par quelques ouvertures, la fuſion eſt ſur le champ retardée, & conſéquemment la coction ou digeſtion de la partie métalli-

(21) L'ouvrage.==(22) Le Baſſin, le Creuſet, *Catinus*, en Suédois, *Stelle*==(23) Coſtieres, en Suédois, *Stelſtenar*. (24) La Ruſtine.

que ſe fait plus lentement. La chaleur vitale ne ſuffit plus à tenir en bain un grand volume de fer : ni à opérer la ſéparation des parties métalliques d'avec les corps étrangers, de façon qu'un tel ouvrage refuſe de fondre une grande quantité de mines.

Pour ce qui regarde donc la plus ou moins grande capacité du creuſet, il réſulte de ce qu'on a dit qu'un foyer d'un plus grand eſpace a plus de chaleur, & tient en bain plus de métal qu'un foyer d'une moindre capacité. Les fourneaux des Anciens, mais qui ne ſont plus d'uſage, étoient plus petits que ceux d'aujourd'hui, & leur creuſet ne pouvoit contenir que 800 liv. de métal ; ce qui faiſoit que par vingt-quatre heures, ils ne rendoient que le tiers de ce qu'ils rendent aujourd'hui. La raiſon eſt que les parois de pierres, qui enferment un ſi petit eſpace, attirent & donnent une certaine fraîcheur qui pénétre d'autant plus le métal, que l'eſpace eſt plus petit, & communique au métal non-ſeulement un engourdiſſement, mais un refroidiſſement aſſez conſidérable, pour que le fer s'attache au fond & aux côtés. Les ſcories même s'endurciſſent au point que ne pouvant les détacher ; l'eſpace du creuſet devient toujours plus étroit & plus ſerré : enfin, le volume total ſe coagule au point d'arrêter le feu. Lorſque ce refroidiſſement eſt parvenu au cœur, il n'y a plus de vie : l'œuvre de la fuſion s'éteint. De-là, il paroît que les plus grands foyers ſont les meilleurs. Il y en a même qui contiennent juſqu'à 5200 & 6240 liv. de métal en fuſion (25), ſçavoir, ceux où l'on coule des canons pour la guerre, parce qu'on eſt obligé d'y tenir en bain autant de métal fondu qu'il en faut pour compoſer un gros canon. Dans ce cas, il y a ordinairement deux fourneaux placés l'un à côté de l'autre, avec chacun leur foyer : le métal des deux ſert à former un ſeul canon. J'ai été bien aiſe que l'on fût inſtruit qu'on fait des fourneaux aſſez amples, pour donner le double de matiere : nous verrons ailleurs les inconvénients qui réſultent de ces foyers ſi grands.

Si l'eſpérance de la réuſſite & du produit doit venir des dimenſions & de la capacité du foyer, il ſeroit aiſé de lui donner la figure qui enferme le plus grand eſpace, telle que la ronde, l'ovale ou la quarrée. Au premier coup d'œil, en raſſemblant ce que nous avons dit, on croiroit pouvoir déterminer la figure la plus avantageuſe, tant du foyer ou creuſet, que de la cheminée. Malgré cela, les plus habiles Fondeurs n'en veulent point d'autre que l'oblongue pour le creuſet ; ils veulent que la longueur ſoit le double de la largeur, & la largeur double de la hauteur : ils rejettent toutes les autres figures. Il y a pluſieurs raiſons qui autoriſent leur ſentiment. 1°. Si la figure du foyer étoit ronde ou quarrée, le vent ne pourroit pas être pouſſé juſqu'au côté oppoſé. Les buzes des ſoufflets ſont appuyées ſur une des coſtieres, & y ſont poſées de façon que le vent eſt pouſſé obliquement contre le côté oppoſé qui le réfléchit, & qui par ce moyen lui fait raſer la ſuperficie du fer en bain, en y excitant une eſpece de mouvement & d'ondulation avant que de gagner le deſſus. Si le foyer étoit quarré, ovale ou rond, quelque violent que fût le vent, jamais il ne pourroit être pouſſé contre le côté oppoſé : mais en ſe raréfiant en chemin, il perdroit toute ſa force, & gagneroit ſans retard le deſſus ; ce qui n'arrivera pas s'il eſt pouſſé contre le mur oppoſé, qui le répercute contre le fer, & le fait circuler avant qu'il puiſſe s'échapper. Sans cela le fer ne ſe cuiroit pas, & les ſcories, que leur légéreté tient à la ſuperficie, ne ſe ſépareroient pas du métal, ni le vent ne ſe répandroit pas également dans la cheminée, & ne s'échapperoit pas en ſerpentant. Voilà ce qui a déterminé à faire la largeur du foyer de la moitié de ſa longueur, ayant reconnu que cet eſpace que le vent doit parcourir, eſt relatif & convient à ſa force. 2°. Il faut ſouvent nettoyer le creuſet, détacher & enlever les récréments qui s'attachent au fond & aux côtés ; il faut avec des ringards remuer le fer en fuſion & le ſoulever ; ce qui s'exécute commodément dans un foyer oblong, & ce qui ſeroit très-difficile dans un rond ou un quarré, puiſqu'il faut avec les outils frotter & racler les côtés. Si l'eſpace étoit rond, ce ſeroit une beſogne difficile de tourner le ringard tout autour ; de le mouvoir à droite & à gauche pour viſiter & nettoyer toutes les parties, étant obligé de ſoulever les ſcories attachées & de les tirer hors du feu. 3°. Si le foyer avoit trop d'étendue, le fer eſſuyeroit un trop grand degré de chaleur, & une partie, ou ſe convertiroit en ſcories, ou ſe brûleroit ſans reſſource. D'ailleurs, les parois du foyer, par une trop grande chaleur, ſe briſeroient & fonderoient : alors le fer s'attacheroit dans les endroits qui ſeroient dérangés & brûlés, & s'y ramaſſeroit en maſſes d'un volume immenſe, dont on ne pourroit plus ſe débarraſſer. Voilà les raiſons pour leſquelles on fait le creuſet oblong, & non pas quarré ou rond ; figures néanmoins qui renferment plus d'eſpace & qui raſſemblent plus de chaleur, mais qui ont été abandonnées juſqu'ici comme peu convenables au travail qu'exige la fuſion, par les obſervations que nous venons de faire. D'ailleurs, les Ouvriers ne ſont pas gens à s'écarter d'un point des meſures qu'ils ont reçues de leurs parens ou

(25) 10. à 12. poids de marine. Le poids de marine de fer crud, dont Swedemborg parle dans ſon Traité, peſe 520 livres.

de quelques Maîtres, ou que leur propre expérience leur a enseignées.

Le foyer ne se met pas au milieu du fourneau, c'est-à-dire, il n'est pas placé de façon qu'une perpendiculaire, tombant du milieu de l'ouverture du dessus, vienne au centre du foyer du creuset : mais cette perpendiculaire tombe & affleure la costiere où est posée la thuyere, au moyen de quoi le centre est tout d'un côté. *Voyez la figure*. *ABC* est la perpendiculaire. *C* est la costiere des soufflets. Le poids *B* passant par le centre, tombe vers la costiere *C*, ou tout contre. Les Ouvriers disent pour raison, que c'est afin que le vent frappe plus aisément le côté opposé, d'où étant repoussé, il circule sur la superficie du fer en fusion, & de-là, comme du centre, s'échappe par le dessus. Si la source de ce soufflet n'étoit pas dans le milieu le fer qui se trouveroit au vent se refroidiroit, ce qui n'arrive pas dans la ligne du centre. D'autres éloignent un peu la costiere de ce centre quand la mine est d'une nature à fondre facilement, & qu'un vent froid ne l'endurcit & ne l'agglutine pas aisément.

Jusqu'ici nous avons vû que le foyer est composé de trois murs qui le ferment de trois côtés. Le quatrieme (26) est parallele au troisieme transversal (27). C'est seulement une barriere ou un morceau de fer qui a quinze pouces de longueur sur un demi-pied d'épaisseur pesant environ quatre cents. En Suede on l'appelle *Damm* (28). Cette partie antérieure du creuset ou foyer, ou, si l'on veut, son entrée, est fermée par une piece de cette grosseur; afin qu'elle soit solide par son propre poids. En quelques endroits, au lieu de ce morceau de fer, on met une pierre beaucoup plus grande & plus grosse, par conséquent plus lourde. Cette barriere est plus basse que les autres côtés du foyer, afin que les scories qui surnagent le métal, puissent passer & sortir par dessus, couler d'elles-mêmes, ou être tirées sans obstacle. On ne peut se débarrasser des scories que quand elles sont montées à la hauteur des costieres. Au côté droit de la dame (29) on laisse une ouverture de la largeur de la main : on s'en sert pour couler le fer. Il suit de-là qu'il faut que la dame soit arrangée de façon que le métal puisse sortir à côté, & les scories par dessus.

Quant à cette ouverture pratiquée à côté de la dame (30), & par laquelle sort le métal en fusion, qui a été plusieurs heures à se rassembler dans le foyer, on la ferme avec une pâte de sable & d'argile (31) qui s'endurcit au feu, remplit exactement l'ouverture, & ne peut être rompue qu'à coups de ringard : quand il faut donner passage au fer en fusion. On bat fortement le bouchage pour le consolider, afin que le poids du métal en bain ne puisse le déranger. Si on ne bouchoit l'ouverture qu'avec du sable, le feu le vitrifieroit, & fermeroit entiérement l'entrée ; c'est ce qui fait qu'on y mêle de l'argile. Toutes les fois qu'on veut couler le fer, on perce le bouchage à coups de ringard, & le métal sort comme une fontaine : ensuite on jette un morceau de pâte d'argile dans le fourneau au-devant de la coulée : on y met des poussieres de charbon, après quoi on bouche la coulée, comme nous avons dit (32).

Les scories sortent par le dessus de la dame, & en tenant ce passage libre, elles coulent d'elles-mêmes. Quand on veut les arrêter, on tire des charbons sur le devant, & on jette du sable dessus avec des poussieres de charbon & des scories pilées. Dans quelques endroits on ne tire point de charbons du foyer ; mais on emplit le devant de poudre de charbon, & l'on jette dessus du sable & des scories pulvérisées & mouillées. On arrête aisément l'écoulement des scories, parce qu'elles sont au-dessus du fer en fusion, & qu'elles n'occupent pas une grande hauteur. Dehors la coulée, il y a du sable préparé, dans lequel on fait, un peu en plan incliné, une espece de fosse qui a l'air d'un tombeau, dans laquelle coule la partie métallique. Quand le fourneau est ouvert, on peut tirer plus ou moins de scories, suivant que le percement du bouchage fait une plus ou moins grande ouverture, plus haut ou plus bas.

On ne met le bouchage que quatre ou cinq jours après avoir mis le feu au fourneau. Les premiers jours, comme la mine fondue tombe dans un foyer froid, le métal s'attache aux pierres qui sont encore froides, & quelquefois humides ; & s'unit étroitement au fond & aux côtés du creuset, de façon que si on ne le détachoit pas continuellement avec le ringard, il y auroit à craindre que le foyer ne s'emplît au point qu'on ne pourroit plus le débarrasser. Voilà pourquoi, dans ces premiers jours, au lieu d'argile, on ne met qu'un monceau de sable à la coulée, parce qu'on le perce très-aisément ; & comme il faut que le Fondeur travaille sans relâche pour nettoyer les angles, & empêcher que rien ne s'attache dans l'intérieur, il seroit gêné si la coulée étoit fermée avec de l'argile, qui s'endurcit & qui lui feroit un obstacle. C'est aussi par la même raison, qu'on n'emploie de l'argile qu'au bout de quatre ou cinq jours. Elle devient extrêmement

(26) Le devant. — (27) La Rustine. — (28) La Dame.
(29) Cela dépend de la maniere dont le fourneau est tourné. — (30) La coulée.
(31) Le bouchage.

(32) Il devoit ajouter que le morceau qu'on jette est pour arrêter le métal pendant qu'on nettoie la place de la coulée ; & qu'ensuite, avec le ringard & le crochet, on retire ce morceau de pâte par-dessus la dame.

tenace, non par la raison de son poids, mais par la vitrification du sable, avec lequel on la mêle, ce qui l'attache au fond & aux côtés.

De l'ouverture antérieure du fourneau & de la tympe.

QUAND on bâtit un fourneau, on laisse dans le devant une ouverture assez grande, pour que le Fondeur y puisse entrer en se baissant, pour faire l'ouvrage ou pour le raccommoder dans le besoin: c'est sur la dame dont nous avons parlé, que reste cette ouverture. On la bouche d'une piece de fer, à l'exception d'une portion au-dessus de la dame, par laquelle sortent les scories, & se fait le travail dans l'ouvrage, avec les ringards, pour les nettoyer: cette partie s'appelle *la tympe*, en Suédois *timp*. Dans quelques endroits, elle est de fer de fonte: dans d'autres, de pierre. Elle est haute de trois pieds à trois pieds & demi, & l'ouverture qu'elle laisse au-dessus de la dame, est d'un demi-pied: cette tympe est appuyée par ses extrémités sur les costieres. La raison pour laquelle on laisse une ouverture bouchée de cette façon, est que lorsqu'un fourneau finit son travail, il en faut retirer non-seulement des mines, en partie fondues avec des scories & des charbons, mais encore une prodigieuse masse de fer recuit qui s'y trouve, & qui occupe le fond & les côtés (33). Il faut détacher & soulever cette masse à force de coins & de leviers, pour la retirer à force de bras, ce qui ne pourroit se faire s'il n'y avoit pas une ouverture réservée à cet effet sur le devant: il faut même, à chaque nouveau feu, renouveller tout l'ouvrage, & c'est par cette ouverture que passent les Ouvriers & les matériaux. Il y a encore une raison, c'est que l'Ouvrier travaille d'autant plus commodément dans l'ouvrage, avec ses ringards, que cette partie est bouchée par une plaque de peu d'épaisseur, ce qui n'arriveroit pas si l'ouverture étoit fermée par un mur trop épais.

La tympe blanchit par l'ardeur du feu, & si on a à fondre des mines sulfureuses qui la touchent, elles la rongeront & la brûleront entiérement: pendant le travail d'un fourneau, il faudra la renouveller trois, quatre, jusqu'à dix fois. Au contraire, si on peut la préserver du contact des mines sulfureuses, en les faisant descendre dans l'ouvrage par le côté opposé, elle pourra durer très-long temps.

De l'endroit dans la cheminée au-dessus du creuset appellé foyer supérieur (34).

LA partie antérieure qui est immédiatement sur le foyer ou creuset, s'appelle le *foyer supérieur*, en Suédois *œfwerstelle*. C'est cet espace, dont la maçonnerie descend uniformément depuis le ventre sur le creuset: mais comme les parois, qui ont été précédemment bâtis, ne sont point liés avec ce qui doit former l'ouvrage, on fait, contre ces parois, un mur en plan incliné (35), qui les cache & les couvre. On éleve les étalages à la hauteur qu'un homme, ayant les pieds sur le fond, peut atteindre en levant les bras au-dessus de sa tête, environ quatre aunes (36). Ce double mur, ou foyer supérieur, se bâtit de pierres qui résistent au feu avec partie de scories choisies, jointes & affermies par un mortier de sable & argile: on voit ce mur à la lettre *OOO* de la Figure. Si l'on ne joignoit pas les parois au foyer par la bonne construction & la pente qu'on donne aux étalages, la plus grande partie de la mine couleroit le long des parois, & au lieu de profiter du plan incliné pour descendre doucement dans l'ouvrage, elle y tomberoit directement.

Il faut observer qu'il convient d'élever ce mur intérieur le plus haut qu'il est possible, parce que si on ne l'éleve pas haut, l'obliquité est moindre, c'est-à-dire, qu'elle n'approche pas assez de la perpendiculaire pour descendre au foyer: le plan étant trop plat recevra & conservera trop long-temps le métal, au lieu de le laisser couler dans le foyer, ce qui n'arrivera pas si l'inclinaison commence très-haut. Dès-lors, il importe beaucoup de sçavoir comment doit être formée cette obliquité, & à quelle hauteur doivent monter les échelages, ou ce mur intérieur qu'on peut regarder comme une croûte, un enduit appliqué très-contiguëment aux parois: plus on l'éleve, plus il approche de la perpendiculaire, & mieux la mine en fusion tombe dans le creuset, parce qu'elle n'a rien qui la retarde.

Toutes les fois qu'on recommence un fondage; on défait tant le foyer supérieur que les échelages, de façon qu'on renouvelle les deux foyers, car il faut démolir entiérement celui d'en-bas. Il ne reste que quelques parcelles de l'ancienne maçonnerie; tout est rempli de fer fondu, de façon qu'on n'en sçauroit rien tirer, qu'on ne détruise tout le foyer, dans les débris duquel on voit briller des parties du fer qui y sont enfermées. Il faut de même renouveller le foyer supérieur, qui est aussi rempli, partie de fer, partie de scories. Il y a des endroits rongés, d'autres crevassés, de façon qu'il faut le démolir, & en faire un nouveau semblable au premier, toutes les fois qu'on recommence un fondage.

(33) On appelle cette masse *Orniau*, en Suédois, *Klot*. = (34) Le dessus des Echelages ou Etalages = (35) Les Etalages. = (36) Sept pieds.

Des Soufflets & du Vent.

Il eſt inutile de donner ici la conſtruction des ſoufflets: non-ſeulement je m'éloignerois de mon objet, mais je ne ferois que redire ce qui a été dit cent fois par d'autres. Il ſuffit d'indiquer qu'ils ſont faits de tables épaiſſes de ſapin, & que leur partie ſupérieure eſt baiſſée par des dents (37) faites en cycloïdes, & relevées par des contre-poids, au moyen d'une roue à eau, dont l'arbre porte les dents qui abaiſſent les ſoufflets, en les comprimant.

Aujourd'hui on fait les ſoufflets beaucoup plus grands qu'autrefois, parce que plus on a fait le fourneau & la cheminée ſpacieux, plus il a fallu de vent: il étoit donc néceſſaire d'aggrandir les ſoufflets; car il faut que leur grandeur ſoit proportionnée à celle du fourneau. Comme les fourneaux des Anciens étoient plus petits, leurs ſoufflets étoient auſſi plus petits, & ſe faiſoient de cuir. Les fourneaux ayant été augmentés, il a fallu auſſi augmenter les ſoufflets, & on les a faits de bois au lieu de cuir. Autrefois on faiſoit les ſoufflets très-larges, mais courts. Aujourd'hui on préfére les longs, qui, ſans être d'une plus grande capacité, ont été jugés d'un meilleur uſage: non-ſeulement ils pompent l'air abondamment, mais ils le pouſſent plus aiſément par les buzes, & par une force méchanique, en quelque façon plus conſidérable, le lancent contre le parois oppoſé.

Pour ce qui regarde la dimenſion qu'on leur donne aujourd'hui, voyez la Figure. La table ſupérieure a douze pieds & demi de long, ou quatorze juſqu'à l'endroit où les buzes ſortent du bois: la hauteur du volant, qui monte & baiſſe, eſt de trois pieds & demi. On donne à cette partie une petite courbure, afin que, ſuivant l'arc qu'elle décrit, elle léve & baiſſe plus aiſément: la largeur de la partie inférieure eſt de quatre pieds & demi, & de la partie antérieure de trois pieds deux pouces. Voyez la Figure dans laquelle $AB = 12\frac{1}{2}$, $AD = 14$, $AC = 3\frac{1}{2}$, $BF = \frac{1}{4}$, la largeur de la partie inférieure vers B ou ce qui renferme $MN = 2\frac{1}{2}$, la largeur de la partie antérieure vers B ou $OP = 3\frac{1}{6}$. Encore aujourd'hui dans quelques endroits, on donne, comme autrefois, moins de longueur aux ſoufflets, mais en récompenſe on leur donne une très-grande largeur. Les tuyaux ou buzes qui ſortent des ſoufflets ont quatre pieds de long, dont trois & demi au ſortir des ſoufflets, de façon qu'il y a un demi-pied dans le bois: le diamétre de l'ouverture des buzes égale trois doigts. Ces buzes ſont de fer battu d'une épaiſſeur convenable: on a grand ſoin qu'il n'y ait aucune fente par où le vent puiſſe s'échapper. La porte (38) par où le vent eſt attiré, eſt longue d'un pied & un quart, large d'un pied. Le trou vers *OP* creuſé dans le bois, & qui conduit à la buze, eſt haut de $\frac{3}{8}$ de pied, & large de $\frac{7}{8}$: la buze va un peu obliquement en ſe rétréciſſant. La portion de bois qui enferme la naiſſance des buzes (39), a un pied de largeur ſur un pied & $\frac{1}{8}$ de hauteur: la dent ou le menton qui abbaiſſe la partie ſupérieure du ſoufflet, ſe nomme en Suédois *kamb* (40), ou aîle formée en cycloïde. Elle eſt un peu courbée au ſortir du cylindre qui en arrête la racine, & de-là ſe termine comme un coin par une courbure inſenſible: elle a un pied $\frac{3}{4}$ de longueur ſur quatorze pouces de largeur. Quant à la formation du ſoufflet, l'Ouvrier aura ſoin que l'intérieur en ſoit bien uni, afin que rien n'en arrête le jeu: on choiſit du bois de ſapin mûr, que l'on met en planches ou feuilles épaiſſes. Ces planches doivent être ſéchées au ſoleil ou au feu: plus elles ſont ſéches, meilleures elles ſont. On les tient épaiſſes, parce que la régle ordinaire eſt que les ſoufflets lourds ſont meilleurs que les légers. D'ailleurs, la feuille ſupérieure eſt preſſée par les cammes avec une grande violence: il faut donc qu'elle ſoit forte pour ne pas plier & pour réſiſter à cette preſſion, ainſi qu'à la réaction du vent qu'elle fait ſortir par les buzes.

Dans le commencement, lorſqu'on met un fourneau en travail, il ne faut pas tant de vent que dans la ſuite. Avant que les murs ſoient échauffés, ils redoutent une chaleur trop forte & trop ſubtile; car ſi le vent donnoit une trop grande activité au feu, les murs étant encore froids, ou les pierres éclateroient, ainſi que les enduits d'argile, ou la chaleur, qui doit être donnée par dégrés, ſeroit pouſſée comme un torrent dans les parties intérieures: voilà pourquoi les ſoufflets doivent aller lentement dans le commencement. On augmente ou retarde leur mouvement, au moyen de la roue; plus on lui donne d'eau, plus elle va vîte, & conſéquemment les ſoufflets. Quand le fourneau ſera échauffé, on leur donnera un mouvement uniforme & égal, qui ſera bien réglé lorſqu'ils ſont abaiſſés & relevés ſix cents fois par heure.

L'art du Fondeur eſt encore de ſçavoir placer la thuyere ſuivant les regles, & d'y diriger les buzes des ſoufflets: cela étant dreſſé comme il faut, le ſuccès eſt aſſuré. Les buzes des ſoufflets ſe joignent preſque dans l'intérieur de la thuyere; leur éloignement, à compter de leur ſortie de la tête des ſoufflets, eſt d'environ un pied deux tiers: dans la thuyere elles ſe rapprochent à un demi-pied. Elles entrent de deux pieds dans le mur, qui forme la cavité de la thuyere, laquelle en Suédois s'appelle *forma:* de façon

(37) Les Cammes.=(38) Le Venteau.=(39) La Tête.=(40) En François, *Camme.*

que de leur extrémité au foyer, il ne reste qu'un pied un quart.

Pour ce qui regarde la maniere dont on forme l'espace, dans lequel on place les buzes des soufflets, voici sa construction. On ménage une ouverture quadrangulaire, large du côté des soufflets, & se rétrécissant du côté de l'ouvrage, ce qui forme une espece de cône. Trois de ses parties sont obliques, le dessus & les côtés : le bas est uni. On bâtit les murs qui forment cette ouverture avec des pierres ou récréments, choisis, liés avec mortier de sable & argile. Cette ouverture, comme on l'a déja dit, se rétrécit de façon que contre le foyer ce n'est plus qu'une ouverture sémi-circulaire & très-étroite, réduite à la même dimension que celle d'une des buzes des soufflets. Le vent sortant avec force, est pressé dans cette ouverture. Il arrive assez communément que la partie intérieure de cette ouverture s'élargit, principalement s'il tombe dessus des mines sulfureuses en fusion qui rongent & détruisent tout. Si-tôt qu'elle est élargie, il faut la refaire avec des récréments choisis & mâçonnés avec de l'argile, de façon que l'entrée du vent soit toujours égale. La base de cette espece de caverne se garnit d'une plaque de fer de forme triangulaire, égale en longueur & largeur, portant un pied & demi sur l'épaisseur d'un pouce. On l'appelle en Suédois *Formplant*, c'est-à-dire, base de la forme. On la fait un peu baisser du côté du foyer : mais cette inclinaison est de peu de chose, c'est-à-dire, d'environ douze degrés sur le plan horisontal. Les Ouvriers sçavent mesurer cet angle par leurs doigts, en supposant un pouce par partie. La hauteur donnée, ils sçavent combien il en faut pour que l'obliquité soit bien observée.

On emploie cette plaque de fer pour soutenir les buzes des soufflets qui posent dessus & qui sont fortement serrées & arrêtées dans leur position oblique, de maniere que rien ne puisse les déranger. Le vent qui en sort, est porté sur le foyer coulant sur un plan incliné, uniforme. D'ailleurs, si le fond de la forme étoit de pierre, il pourroit facilement être détruit par le feu, ou excavé par le mouvement des buzes, outre que l'air répercuté par l'espece d'obstacle qu'il rencontreroit, pourroit se dissiper. La profondeur de cette caverne, ou autre, est d'environ trois pieds. Au reste, toute cette partie doit être arrangée avec la derniere précision, sans laquelle on court risque d'être trompé dans son attente.

Le vent, en sortant des buzes, est donc dirigé sur le foyer; & coulant sur une espece de plan incliné, il va frapper le mur opposé, non pas dans la partie supérieure de la cousiere, mais un peu au-dessus, dans l'endroit où monte le métal en bain ; d'où il suit que le vent qui frappe le côté qui lui est opposé & le fer en fusion, est réverbéré, & circule sur la superficie de ce fer en fusion, lui donne une espece de mouvement, de commotion, ainsi qu'aux scories liquides ; & après s'être répandu dans tout l'intérieur du foyer, il fait effort pour s'échapper à la faveur des parois, en suivant des chemins tortueux. Voilà pourquoi, lorsqu'on veut former l'ouverture dont nous parlons, on se sert d'une regle graduée qui marque l'inclinaison qu'on doit lui donner. Cette inclinaison est bonne lorsque le vent va en ligne droite frapper dans le mur opposé, le point que nous avons dit. Quelques-uns, à la vûe seule, dressent cette partie, & lui donnent l'obliquité convenable.

Il y a ici plusieurs choses à remarquer. Le succès du travail dépend beaucoup de la juste direction du vent ; car dans un fourneau il ressemble aux poumons & à la respiration, comme la chaleur à la vie ; si les poumons ne sont pas sains & entiers, & si la respiration est embarrassée, la chaleur vitale s'éteint. Voyez donc les préceptes suivans.

1°. Si la base de l'orifice ventilatoire est placée de façon que le vent dirigé sur ce plan aille horisontalement, il s'ensuit que dans l'instant qu'il est entré dans le fourneau, il cherche à s'échapper par le haut : car d'abord qu'il a touché la superficie extrêmement chaude du fer en fusion, il ne fait que la raser, & la balayer légérement, sans agir sur les parties inférieures, à peu-près comme une balle ou une pierre jettée horisontalement sur la superficie d'un liquide ; il réfléchit donc & s'éleve en en-haut, au lieu d'aller frapper le côté opposé, comme s'il étoit énervé, & s'il avoit perdu toutes ses forces sans avoir donné aucun mouvement au fer en fusion, ce qui est cependant nécessaire pour que les scories se séparent des parties métalliques. Lorsque cette ouverture est dirigée horisontalement, on voit que le fer fond plus difficilement, qu'il se sépare de sa roche avec plus de peine, & que la mine reste crue jusques dans le foyer. On voit que le vent agit sur les charbons, qu'il les consume & les dissipe infructueusement. La mine ne fond point proportionnellement à la quantité de charbon, ou si elle fond, elle n'est point dépouillée des corps étrangers & nuisibles. Tels sont les vices qui résultent de la direction trop horisontale du conduit du vent.

2°. Si au contraire il est poussé trop obliquement dans le foyer, dans l'instant qu'il le frappera, il sera repoussé par la matiere en bain, & gagnera le dessus avant que d'avoir été frapper le mur opposé. Alors le fer en

fuſion ne ſera point agité ; le vent ne ſera point répandu & n'agira pas dans tout le foyer ; il gagnera le deſſus en coulant contre les parois ; ou réfléchi par le métal en bain, il cherchera à s'échapper en un ſeul volume, profitant d'une iſſue qu'il trouvera contre un des parois ou dans le milieu ; ce qui rend l'action du vent inégale & inſuffiſante, tant ſur le fer en fuſion que ſur les charbons : ce qui eſt cauſe que la conſommation de la mine n'a plus de rapport avec la dépenſe des charbons. Il y a pluſieurs indices pour connoître ſi le vent eſt dirigé ſuivant une inclinaiſion convenable. Par exemple, ſi le foyer ne peut ſe charger d'une certaine quantité de mine, s'il ne cuit pas bien celle qu'il a reçue, enfin, ſi en quelque façon il refuſe de faire le travail ordinaire, c'eſt une marque que l'orifice ventilatoire a, ou trop, ou trop peu d'inclinaiſon. Il en eſt de même ſi les gouttes de métal fondu qui tombent en forme de pluie dans le foyer, comme on peut le remarquer par l'orifice dont nous parlons, ſont toutes noires ſans qu'il y en ait aucunes brillantes ; ou bien ſi la flamme qui ſort par le deſſus, s'éleve plus haut que de coutume, emportant beaucoup d'étincelles ; ſi elle ſort en un volume épais plutôt d'un côté que d'un autre ; enfin, ſi elle s'échappe inégalement. Vous connoîtrez encore que l'obliquité eſt trop grande, ou que le vent plonge trop dans le foyer, ſi le fer en fuſion s'endurcit vers l'ouverture de la thuyere & y noircit, ce qui eſt cauſe que le volume entier, dont la deſcente dans le creuſet a été retardée par-là, paroît creuſé ou dans le milieu ou dans quelque autre partie, de façon que la maſſe paroiſſe plus épaiſſe ſur les bords que dans le milieu, ce qui montre que le fer en fuſion s'endurcit, & que le vent frappe un endroit du foyer plus qu'un autre. Auſſi quand le fondage ſera fini, vous verrez que l'ouvrage & les parois ſont rongés inégalement, parce que le feu pouſſé par le vent, a été plus fort dans un endroit que dans un autre. Il y a encore pluſieurs autres indices qui ne font pas ſeulement ſoupçonner, mais qui démontrent clairement à ceux qui s'y connoiſſent, qu'on n'a pas donné à cette ouverture l'obliquité convenable.

3°. Si cet orifice eſt trop ouvert, trop grand, de façon que le vent paſſe trop aiſément par une ouverture trop large, & qui excede la meſure que nous avons dite, ſoit que d'abord on ne l'ait pas aſſez reſſerrée, ſoit que lors de la fuſion de la mine, les ſoufres métalliques l'aient agrandie, le vent n'aura plus la même force que s'il étoit chaſſé par une ouverture plus étroite. Il n'eſt plus pouſſé contre le côté oppoſé : mais comme s'il avoit perdu ſes forces, il cherche à gagner le deſſus ſans travailler ni remuer le métal en fuſion : privé de la plus grande partie de ſon humidité, il abandonne le foyer, ce qui fait que le métal, dans le creuſet, n'eſt point ſéparé des ſoufres ni de ſa roche, & que conſéquemment on ne peut pas mettre dans le fourneau autant de mine qu'il faudroit.

4°. Si cette ouverture eſt trop étroite, le contraire arrive. Ne donnant point au foyer la quantité néceſſaire de vent, la fuſion retarde & ſe rallentit. C'eſt comme ſi l'on employoit des ſoufflets trop petits pour fournir le volume d'air néceſſaire. Auſſi eſt-ce de ces obſervations qu'on a conclu, que la vraie largeur de cette ouverture devoit égaler celle de la buze d'un ſoufflet.

5°. Si l'orifice étoit rond, comme cela ſe pratique dans les foyers purificatoires du cuivre & ailleurs, le vent paſſant par une telle embouchure, ne pourroit point être pouſſé avec la force convenable contre le parois oppoſé : c'eſt pourquoi la figure demi-circulaire, à cauſe de la baſe qui reſte platte, eſt celle qui convient le mieux.

6°. Les buzes des ſoufflets ſe placent dans cet orifice, de façon qu'elles ſont éloignées de l'ouverture qui donne ſur le foyer, de trois quarts de pied ou un pied : ſuivant qu'elles ſont plus ou moins proches, on voit ſur le champ le vent augmenter ou diminuer. Si elles ſont éloignées, on dit que le ſouffle eſt plus grand que ſi elles étoient plus proches, ce qui d'abord ne paroît pas probable ; car plus on approche la buze de l'ouverture, plus il paroît que le vent doit être introduit avec force : cependant, les Fondeurs qui ont de l'expérience ſoutiennent le contraire. La cauſe de ce phénomene eſt peut-être qu'étant très-proche de l'ouverture l'air entre tout humide, au lieu que s'il y a un eſpace, il ſe deſſéche en chemin, de façon qu'il n'entre qu'un air plus ſec. Peut-être auſſi que le vent étant trop proche de l'orifice, la force avec laquelle il ſort des buzes, le fait paſſer trop rapidement ſur le plan incliné de l'orifice, ce qui occaſionne un grand bruit, & une déperdition de parties qui entreroient dans le foyer, ſi les buzes en étoient plus éloignées ; peut-être y a-t-il quelqu'autre raiſon : c'eſt ce que nous examinerons ailleurs.

On a l'expérience de la différence que donne un air pur & ſec, & un air humide : la fuſion ſe fait mieux & plus heureuſement l'hiver que l'été. Quand le temps eſt couvert, chargé de nuages ou de pluie, la force du vent eſt moins vive que quand le temps eſt ſerein & ſec. Si, ſous les ſoufflets il y a de l'humidité, ou que dans le voiſinage il y ait quelque voie d'eau, comme ils attirent la vapeur, qu'ils l'inſpirent & la ſoufflent dans le foyer, le fer noir-

cit, sur-tout à l'embouchure de la thuyere, ce qui est une marque infaillible que la fusion perd de son activité, & que la mine se dégage plus difficilement de la roche.

Il nous reste à détailler quelle place il faut donner à l'ouverture ventilatoire, relativement tant au foyer qu'à la cheminée. C'est un usage reçû presque par-tout, que la bouche de la thuyere, soit dans la ligne centrale de la cheminée, de façon que si on laisse tomber une ligne au centre, on a l'axe perpendiculaire du fourneau. Cette ligne touche la bouche de la thuyere, d'où il suit que le côté du foyer qui porte la thuyere, est au milieu du fourneau. On en peut encore conclure que le foyer, au lieu d'être dans le milieu du fourneau, est dans un des côtés de la cheminée, ce que l'on fait à cause de la thuyere, qui doit se trouver dans le centre du vuide intérieur; ce qui se pratique surtout pour que le volume du fer en bain ne soit point refroidi par le vent, tantôt froid, tantôt humide: car la chaleur étant plus grande au centre, le métal ne se refroidit & ne s'engourdit pas si aisément que si le foyer en étoit éloigné. On a encore l'expérience que si l'on éloigne cette ouverture du centre, le fer en fusion est figé par je ne sçais quelle fraîcheur; que l'ouverture de la thuyere est bouchée par les scories qui se refroidissent, auquel cas si on n'y remédie pas à temps, en chassant les parties qui s'attachent à l'orifice, la bouche de la thuyere, qui est la voie d'expiration des poumons, se ferme aisément, & l'ouvrage manquant d'ame & de vent est suffoqué: il périt.

Si l'on a à travailler une mine de fer qui fonde aisément, c'est-à-dire, de celles qui sont mélangées de beaucoup de parties de chaux, on éloigne la thuyere du centre: cette espéce de mine ne se refroidit & ne se coagule pas au premier vent froid, comme un fer qui proviendroit d'une autre mine, qui n'a pas une quantité suffisante de ce menstrue. On apporte encore une autre raison pour éloigner du centre l'ouverture de la thuyere, & la mettre à une certaine distance: c'est la crainte & le danger que cette ouverture ne soit endommagée par la chûte d'une trop grande quantité de métal, qui se ramasseroit dessus; car si un des côtés du foyer est dans le milieu du fourneau, la moitié de la mine coulera dessus, l'autre moitié coulera dans le foyer sans toucher la thuyere: d'où il suit qu'une si grande quantité de fer tombant devant la thuyere, il y a une partie de la mine qui n'est pas encore bien dépouillée, & qui passant très-proche du vent, s'épaissit, & se coagule. D'ailleurs, cet orifice est attaqué & nécessairement rongé par les soufres, ce qui oblige de le rétablir très-souvent & avec beaucoup de peine: mais tous ces différents raisonnements des Ouvriers, tirés de leur expérience particuliere, viennent au fond des différentes especes de mines. Celle qui fond aisément & qui est mêlée de chaux ne perd pas sa fluidité, quoiqu'on éloigne la thuyere du centre: une autre se refroidit d'abord pour peu qu'on l'en éloigne. Alors les parties qui sont proche du vent, s'épaississent dans le moment; & cet épaississement devient d'autant plus grand, que la mine y arrive en plus grande quantité.

Il faut encore observer, qu'il ne faut pas que la thuyere soit placée au milieu de la costiere, mais qu'elle doit être plus proche de la partie intérieure du foyer (41), opposée à la tympe: elle n'est éloignée de la rustine que de trois quarts de pieds. On dit pour raison que le vent poussé alternativement par les deux buzes des soufflets, l'une ne porte qu'une partie de la flamme vers cette partie intérieure, d'où le vent réfléchi, circule perpétuellement dans cet espace, tandis que le vent de l'autre buze, poussé obliquement contre le mur opposé, est à son angle d'incidence, réfléchi dans l'autre partie du foyer où il chasse en-devant les scories qui surnagent, ce qui donne un certain mouvement à toute la masse en fusion: de cette matiere, il n'y a aucune partie du foyer qui ne soit travaillée par le vent, & dont la superficie ne soit dans un mouvement perpétuel & égal.

De-là, il résulte qu'il faut donner tous ses soins à la position de la thuyere & à la direction du vent. Depuis long-temps l'expérience a appris que le succès du travail en dépend; on aura lieu d'en être content, si le vent est dirigé & distribué comme nous venons de le dire. Il arrive souvent que les soufflets perdent leur vent par la trop grande chaleur, ou siccité, qui les fait gerser; en ce cas, & quoiqu'on soit en plein travail, il faut les raccommoder; pour cela, on les arrête pendant six ou huit heures. Pendant ce temps, il n'y a plus de flamme dans le fourneau: mais si on a soin de tenir la thuyere bien bouchée & exactement fermée, & de faire travailler les soufflets aussi-tôt qu'ils sont raccommodés, on ne voit jamais que ce retard porte aucun préjudice au fourneau ni au travail: il faut cependant de l'adresse & de la prudence pour le mettre en train.

Il arrive aussi quelquefois, que pendant un fondage il se dérange quelque chose, ou à la roue, ou à l'arbre, ou aux soufflets, ou que l'eau manque. Dans tous ces cas, il n'y a point d'autre remede que d'arrêter le fourneau; mais si l'on voyoit qu'on pût le remettre en travail dans peu de temps, on commenceroit par en tirer tout le métal, &

(41) La Rustine.

on le boucheroit même par le dessus, de façon à arrêter l'ardeur du feu : & pendant trois ou quatre jours, même & pendant huit, on rétabliroit ce qui manque, puis débouchant le fourneau, on continueroit le travail. Les Ouvriers prétendent qu'on l'a ainsi pratiqué, & que cela a réussi : jusqu'ici je n'ai pas eû l'occasion d'examiner l'état du travail & de la fusion, après un si long retard & un si long manque de vent.

Comment on met un fourneau en travail ; comment on emplit la cheminée de charbons du haut jusqu'en bas ; & comment on la bouche ensuite pendant quelques jours.

QUAND un fourneau est bâti à neuf, les mortiers & les pierres qui forment l'intérieur étant encore humides, on jette dans le foyer quelques morceaux de bois qu'on allume pour les sécher, & les disposer à soutenir un feu qui doit durer long-temps. Toutes les fois qu'on commence un fondage, après avoir rétabli le foyer du bas, *le creuset* & le foyer supérieur, il faut voir si le fond du foyer est bien sec ; s'il ne l'est pas, on le seche en le couvrant de sable ou de cendres, sur lesquelles on fait du feu ; ensuite on emplit le fourneau du haut en bas de charbons ; la cheminée, dans les dimensions qu'on lui donne aujourd'hui, en peut contenir depuis douze jusques à dix-huit lestes : chaque leste, qui en Suede s'appelle *laest*, *riss* (1), ou *stig*, tient douze tonnes. Autrefois, quand le fourneau étoit plein de charbons, on mettoit sur le champ le feu par le bas, afin que, sans l'aide des soufflets, la chaleur se communiquât doucement à tous les charbons, & l'on travailloit ainsi très-lentement pendant quelques jours. Aujourd'hui, on n'allume pas la masse entiere des charbons sur le champ ; mais après y avoir mis du feu par bas, on bouche exactement le dessus & le dessous du fourneau, afin que la chaleur gagne toute la masse doucement, & d'une maniere insensible. L'ouverture du dessus se bouche avec des plaques de fonte, coulées pour cet effet ; & sur lesquelles on jette des poussieres de charbon, pour fermer avec précision toutes les issues, & conserver la chaleur des charbons allumés : si l'on n'a point de plaques de fonte, on y en met de bois, en observant de les couvrir de feuilles, & de mettre sur le tout des poussieres de charbons, qui empêcheront toute évaporation. Cependant, pour que le tout ne soit pas rempli de charbons seuls, on met dessus une petite quantité de mine de fer, environ deux ou trois mesures, qui, en Suede, s'appellent *skoflar* (2) : ces mesures ressemblent à un van, ou à un plateau de bois. Cette mine, à ce que disent les Ouvriers, sert à nourrir les charbons : mais je crois qu'il est assez indifférent que les charbons soient seuls, ou qu'on leur donne une pareille nourriture, avec le foible degré de chaleur, dans lequel on tient pendant quelques jours les charbons, qui ne peuvent non plus avoir d'action sur la mine, que celle-ci en a sur eux, attendu que par ce bouchage l'activité du feu est suffoquée, & que les charbons ne sont animés que par une certaine chaleur noire : on laisse le fourneau dans cet état pendant huit jours & huit nuits, quelquefois pendant quatorze. Si pendant ce temps-là on profite de quelque petite ouverture dans le dessus pour introduire une baguette de fer, on connoîtra à quelle hauteur sont les charbons ; car peu-à-peu ils diminuent : une chaleur sourde & cachée les consume. Au bout de douze jours, les charbons sont baissés d'environ six à sept pieds : mais si les ouvertures ne sont pas exactement fermées, ayant soin d'enduire d'argile toutes les jointures, ou s'il survient quelque fente, soit par vétusté, soit par quelque autre cause, de façon que l'air puisse s'y introduire, on voit sur le champ que la chaleur, nourrie par l'air, a fait beaucoup diminuer la masse des charbons, de façon qu'il est baissé de huit ou dix pieds.

Il importe peu qu'on mette dans le fourneau des charbons qui ne soient pas assez cuits, & même quelques morceaux de bois mal-passés au fourneau, comme des fumerons ou autres qu'on laisse sur les places à fourneaux ; car ils prennent bien la chaleur, & par cet échauffement se convertissent en charbons : on a même expérimenté qu'on peut emplir la cheminée de morceaux de bois sciés, au lieu de charbons, & la boucher, comme on a dit, après les avoir allumés : ayant soin d'arranger le bois comme il faut, on le trouve au bout de huit, même de douze jours, converti en charbons. On sçait que le feu est, ou digestif, ou torréfiant : ou partie l'un & partie l'autre, suivant qu'il est disposé : ce qui fait voir qu'on peut employer du bois à demi-cuit, mêlé avec du bois sec.

Pendant ce temps la chaleur entre dans les murs qui sont près de la cheminée, & selon l'expérience elle les pénetre d'un demi-pied, même de trois quarts de pied, ce qui est sensible au tact : cette chaleur n'est pas au degré de fusion, mais paroît être du second dégré. Non-seulement elle seche les pierres, & en fait sortir l'humidité nuisible ; mais elle les dispose à recevoir une chaleur très-grande, même de fusion ; car si un grand feu attaquoit subitement des murs froids, alors ou la chaleur s'introduiroit & seroit pressée irréguliérement dans les fibres des pierres, ou elle enfermeroit & bloqueroit les parties

(1) C'est peut-être de-là que nous avons fait notre mot *rasse de charbons*. (2) En France, *panier* ou *rasse couche*.

humides

humides qui se feroient pressées, ou elle détruiroit & feroit éclater les murs les plus forts : mais en les faisant d'abord passer par une chaleur douce, leurs pores s'ouvrent petit-à-petit, puis se referment & se disposent à recevoir le plus grand feu.

Quand le fourneau a été bouché & la chaleur suffoquée, comme on l'a dit, lorsqu'on débouche les ouvertures, tous les jours on augmente la quantité des mines, bien plus que si l'on avoit sur le champ donné le feu ouvert aux charbons & à la mine. Il n'y a pas long-temps qu'on a trouvé cette nouvelle méthode, que l'on emploie utilement & avec épargne des charbons. Autrefois, comme dès les premiers jours on donnoit le feu ouvert aux charbons, on ne mettoit qu'une mesure ou deux de mine, pendant que l'on brûloit beaucoup de charbon, au lieu que dans la nouvelle méthode le fourneau débouché, on peut d'abord y en mettre cinq, & à chaque charge suivante, six, sept, &c. sans y mettre plus de charbons que dans l'ancienne méthode, qui n'en pouvoit fondre que deux ou trois.

D'ailleurs on a observé que cette chaleur renfermée avoit beaucoup de force élastique & extensible; car quand on met de la cendre, ou autre poussiere légere au-dessus d'une ouverture faite à une cheminée de fer, ces matieres sont élevées, comme une paille le seroit, & souvent à la hauteur de trois ou quatre pieds; ce qui montre que l'air renfermé étant dilaté par la chaleur, & s'échappant par sa force extensive, entraîne & éleve ce qu'il rencontre. Je n'ai cependant pas encore éprouvé la relation du poids ou de la légéreté de cette chaleur renfermée avec l'air libre.

Du débouchement du fourneau quand il est échauffé.

QUAND les murs de la cheminée sont échauffés doucement & disposés à recevoir un grand degré de chaleur, on leve la plaque de fer qui couvre le dessus, & on met les charbons à découvert. Quand on ouvre cette partie, elle jette une grande chaleur qui frappe le visage de ceux qui y regardent. Cependant les charbons, quoique échauffés, sont demeurés noirs, & on ne voit nulle part de feu clair. Au bout d'un quart d'heure, la flamme se montre de plus en plus, circulant légérement sur la surface des charbons noirs. Enfin, avec le temps, toute la superficie des charbons s'allume, & la masse entiere donne une flamme claire qui s'échappe dans l'air.

La cheminée ouverte après un si long espace de temps, il se présente plusieurs choses remarquables sur les charbons ainsi échauffés auxquels on donne l'air.

1°. Comment la chaleur, si long-temps renfermée, peut-elle, non-seulement se conserver dans les charbons, & les bois chargés de parties sulfureuses, mais même pendant ce temps-là augmenter à un degré très-considérable ? car de ces charbons mis à l'air, quoique noirs, & quoiqu'il n'y paroisse aucune étincelle ou marque de feu & de lumiére, il sort une très-forte chaleur égale à celle d'un foyer enflammé dont on a éteint les charbons.

2°. Après un quart d'heure, le feu se montre dans les charbons, par le seul contact de l'air, & comme de leur gré, sans aucun souffle; il sort d'abord une flamme légere qui voltige autour des charbons, & se nourrit de ce qui en échappe avant que le charbon paroisse en feu. J'ai observé qu'une petite flamme qui s'échappoit par une fente du mur, de deux pieds d'epaisseur (3), & qui s'entretenant par le contact & l'action de l'air, paroissoit périr à mesure que le fourneau prenoit l'air. Elle sembloit s'animer & être poussée en l'air où elle jouoit, & cela pendant le quart d'heure que les charbons ne paroissoient point enflammés, c'est-à-dire, pendant le temps qu'il falloit pour perdre la quantité de phlogistique qui y étoit renfermée. Voilà les indices qu'une vapeur sulfureuse ou nitreuse, enfermée long-temps dans le fourneau, & condensée à travers la matiere qui la produit, est semblable à un phosphore qui s'allume à l'air seul, sans attaquer les charbons, jusqu'à ce que ces vapeurs pernicieuses soient brûlées. On voit encore une flamme très-légere & dangereuse qui se termine en pointe & disparoît, puis se montre de nouveau, semblable à ces feux qu'on voit pendant les nuits obscures errer dans les bois ou dans les lieux sulfureux ou aquatiques. Je tirois à l'air un des morceaux de bois réduit en charbon pour sçavoir si cette haleine sulfureuse venoit des charbons qui étoient dessous, ou si c'étoit le bois qui la fournissoit; j'ai vû que cette flamme continuoit à l'air libre, où elle est devenue plus légere & pointue, & que le bois ainsi cuit, n'a pris feu qu'après cinq ou six minutes.

3°. J'ai encore observé que ce feu n'est fourni que par les charbons qui sont sous ce qui est découvert. Comme j'admirois cette flamme circulant autour des charbons sans presque les toucher, j'ordonnois, pour mieux faire mes observations, qu'on ne découvrît que la moitié de l'ouverture, laissant l'autre moitié bouchée : alors, comme je l'ai dit, on voyoit les charbons dans leur entier,

(3) La Bune.

& comme endormis par un feu mort : mais après un peu de temps, le feu fortoit de ceux qui étoient à l'endroit découvert, & non des autres, quoiqu'ils fuffent baiffés de fix à fept pieds. De-là, j'ai jugé qu'il n'y a que la partie que l'air touche, & qui peut s'élever perpendiculairement, qui prenne feu. Il n'en eft pas de même pour la partie des charbons qui, quoique contiguë, ne reçoit le contact de l'air que par un angle oblique.

4°. Mais fi on débouche en même temps les ouvertures du bas du fourneau qui conduifent au foyer, vous verrez fur le champ la chaleur enfermée s'échapper en flamme. Elle eft excitée par l'air qui entre comme un torrent par le bas & qui gagne le deffus, animant la chaleur qui a été long-temps renfermée, & qui s'échappe avec violence de toutes les parties du charbon, pour gagner le deffus.

Comment & dans quelle proportion on met dans le fourneau la mine & les charbons pour que la fufion fe faffe bien.

QUAND les parois font échauffés au premier & fecond degré, & difpofés à recevoir le feu de fufion, il faut augmenter le feu par degré. Voilà pourquoi, quand le fourneau eft débouché, on ne donne point d'eau à la roue pendant dix ou douze heures, afin que les foufflets ne travaillant pas, il n'entre point de vent dans le foyer ni dans les charbons allumés. Après ce temps, on fait marcher les foufflets, doucement dans les premiers jours, ce qui ne donne aux charbons qu'un vent modéré. On augmente le feu par degrés pendant douze ou quatorze jours. Si on n'a pas l'attention de graduer ainfi le feu, on occafionnera quelque dégradation à la cheminée, ce qui, à la longue, fera tort au travail. Nous verrons dans un autre endroit le préjudice qu'un feu fubit & trop violent peut porter aux murs.

Pour ce qui regarde la maniere de mettre la mine & les charbons (4), le premier jour que le fourneau eft ouvert, on ne met que quatre ou cinq mefures de mines, avec la quantité convenable de charbon. La mefure dont on fe fert pour porter la mine, eft de bois ou de fer battu, un peu excavée en forme de panier ou de van, & contenant quarante ou cinquante livres de mine. En Suede on l'appelle *Tourg* ou *Fat* (5). Par le nombre de paniers, on fçait la quantité de mine que l'on met. Pour ce qui eft de la mefure de charbons, qu'en Suede on appelle *Korg*, elle eft faite de baguettes de bois ou d'ofier entrelaffées. Elle reffemble à une corbeille. On la place fur une brouette. Chaque corbeille tient quatre tonnes (6); & à chaque charge on en met trois ou quatre. Trois de ces corbeilles valent douze tonnes ou un left, qui eft en Suede la mefure ordinaire du charbon. On emplit le deffus du fourneau en y verfant les corbeilles de charbon, & quand il eft prefque plein jufqu'au deffus, on égalife le charbon avec un rabot, & on met autant de mefures de mine que le fourneau en demande, & qu'il en peut digérer. Le total du charbon & de la mine s'appelle *une charge*, en Suédois, *Opfettning*. Quand la charge eft baiffée à la mefure ordinaire, on remet du charbon & de la mine : c'eft ce dont nous allons parler.

Le premier jour, chaque charge de mines fera de quatre ou cinq mefures; le fecond jour, comme la chaleur eft augmentée, elle fera de fept ou huit ; le troifiéme de neuf ou dix ; le quatrieme de onze ou douze ; le cinquieme de quatorze ; le fixieme de quinze, & par ordre, de feize, dix-fept, dix-huit, dix-neuf, jufqu'à ce qu'on foit venu à la quantité qu'il ne faut plus paffer : on dit alors *que le fourneau en a affez*, en Suédois, *Iulloegt*. La raifon eft, comme nous l'avons dit, qu'il faut donner la chaleur par degrés : car fi elle ne pénétre pas lentement & fucceffivement les mortiers & les pierres, on ne peut en chaffer l'humidité fans leur faire tort. De-là, on peut conclure que l'effet du feu fur les murs & fur les corps durs, augmente en raifon double dans des temps égaux, & qu'il faut augmenter la mine dans les dix ou quatorze premiers jours, dans l'ordre fuivant : fçavoir, le premier jour cinq mefures, le fecond fept, le troifieme neuf, le quatrieme dix, le cinquieme onze, le quatorzieme environ vingt ; ou bien fuivant cette progreffion 5. 7. 9. 10. 11. 11 $\frac{1}{2}$. 12. 20. Les quarrés de ces nombres font, 25. 49. ou 50. 75. ou 81 100. 125. 150. 175. 200. 400. La différence eft toujours 25, de façon que les temps étant égaux, la chaleur eft augmentée dans la raifon parabolique, ou quarrée, comme on l'a dit.

L'expérience a fait voir que la nature fuivoit exactement cette proportion ; car fi l'augmentation va plus vite en moins de temps, c'eft-à-dire, fi le premier jour on met quatre mefures de mine, le deuxieme huit, le troifieme douze, & ainfi de fuite, après un certain temps, cela nuit au travail : car fi on force le feu à pénétrer les murs trop promptement, dans la fuite du travail il faut payer cette précipitation. Si on veut

(4) Faire une charge, en Suédois, *Opfettning*.

(5) En France, *raffe conche*, de *conchà* coquille.

(6) La tonne vaut 3. pieds cubiques $\frac{1}{3}$: chaque corbeille valant 4. tonnes, la corbeille vaudroit environ 13. pieds cubiques. Le left de Suede pour le charbon vaut 12. tonnes ; ainfi il reviendroit à 40. pieds cubiques. Par conféquent mettant dans le fourneau 3. à 4. corbeilles, la charge feroit de 39. à 52. pieds cubiques de charbon.

faire un long fondage ; c'eſt-à-dire, ſi on a beaucoup de mines & de charbons à brûler, il faut encore aller moins vîte dans le commencement, & mettre quatorze jours à venir au degré de la mine : ſi on n'a pas un long fondage à faire, il n'eſt pas néceſſaire d'attendre ſi long-temps. Par exemple, ſi l'on fait un travail de trente ou quarante ſemaines, l'augmentation de la mine doit aller moins vîte, & l'on doit mettre quatorze ou quinze jours pour venir au dernier degré : mais ſi on ne fait un travail que de quatre ou cinq ſemaines, on peut porter la mine au dernier degré en neuf ou dix jours. Quelques-uns mépriſant cette régle, & à l'appas du gain, n'ont pas ſuivi ces degrés, & ſont venus au plus haut point de mine dès le dix ou onzieme jour, c'eſt-à-dire, qu'au dixieme jour ils ont mis vingt-quatre paniers de mines & plus, ce qu'on n'a coutume de faire qu'au quatorze ou quinzieme jour : mais après quelques ſemaines ils ont appris à leurs dépens, que leur fourneau commençoit à être malade, & que la forge digeſtive étant diminuée, le foyer ne vouloit plus une ſi grande quantité de mine, & qu'en quelque façon raſſaſié il refuſoit la quantité ordinaire. Quand le Fondeur s'en apperçoit, il cherche à y mettre remede : pour cela, il fait mettre ſur le champ moins de mine, comme s'il vouloit retrancher à ſon fourneau une partie de ſes aliments. Voici comment il diminue le nombre des meſures de mine : Au lieu de vingt-quatre, il n'en met que vingt ou dix-huit, ce qu'il continue d'obſerver juſqu'à ce que le fourneau ſoit rétabli, & redemande la quantité ordinaire. Le Fondeur doit remercier Dieu de ce rétabliſſement, & employer tous ſes ſoins pour faire regagner à ſon fourneau ce qu'il a perdu. Cette maladie vient d'avoir donné une chaleur trop forte & trop ſubite aux parois & au foyer ; car ſi la chaleur travaille fortement un mur bâti de pierres dures, les parties froides & humides qui ſont dans les pierres, ne peuvent point s'évaporer comme il faut ; au contraire, une partie de cette chaleur ſubite reſſerre davantage ces parties froides & humides, pendant que l'autre partie de la chaleur travaillera contre l'intérieur & les côtés, & s'y accumulera : ce qui eſt cauſe que le mur encore froid & humide, combat perpétuellement contre le feu, pouſſé à un violent degré, juſqu'à ce qu'enfin ou le mur culbute dans le feu, ou il ſouffre beaucoup de bleſſures, dans les parties qui réſiſtent à ſon action, & aux efforts qu'elles ſont obligées de ſoutenir. Il arrive de-là que la mine, en trop grande quantité, mal digérée & toute crue, s'attache aux parois, & les couvre comme d'un enduit, qui empêche ces parois de donner à la mine qui deſcend, le degré de chaleur convenable. Mais ſi le travail ne doit durer que quatre ou cinq ſemaines, il n'y a pas de danger de lui donner le plus haut degré de mine, au bout de dix ou onze jours : car ce n'eſt qu'après quatre ou cinq ſemaines, que la maladie du trop d'aliments donnés à un fourneau, ou ſon indigeſtion, ſe manifeſte.

Le même accident peut encore arriver au milieu du travail ; car ſi vous étouffez le foyer par la trop grande quantité de mine, & ſi vous rempliſſez ce gouffre d'une trop grande abondance d'aliments, de façon qu'il deſcende dans l'ouvrage des parties crues & mal digérées, alors la cheminée ſe reſſent de ce vice au point que, dans les jours ſuivans, le fourneau pourra à peine porter la moitié de la mine ; & en rétrogradant par degrés, comme vous avez commencé vous ſerez obligé de revenir peut-être à moins de moitié, ce qui fait une grande perte du côté du charbon, que l'on met toujours en même quantité.

Plus la cavité ou capacité du fourneau eſt grande, plus il demande de mine. Un grand fourneau, reçoit juſqu'à vingt ou vingt-huit meſures de mine, pendant qu'un petit n'en portera que douze ou quinze : j'ai oui dire qu'il y en avoit un qui alloit juſqu'à trente.

Il arrive auſſi que de deux intérieurs de fourneau, ayant l'un & l'autre les mêmes dimenſions, l'un ne portera que quinze ou dix-huit meſures de mines, & l'autre vingt-quatre ou vingt-huit : on donne pluſieurs raiſons de cette différence. Si, dans les premiers jours, vous avez étouffé le fourneau par une trop grande quantité de mines, de façon qu'elles deſcendent crues & mal digérées dans le foyer ; ou s'il y a de l'humidité, ſoit deſſous, ſoit aux environs du fond, qui ne puiſſe ſortir qu'à travers le feu ; ou ſi pendant le travail, le fond eſt briſé & fendu, de façon que le fer en fuſion s'échappe par le bas ; ou ſi le fourneau par vétuſté ou autrement eſt fendu & crevaſſé, ou ſi les charbons ſont humides, ou s'il y a quelque humidité qui ſe communique à la mine & aux parois, ou s'il n'y a pas la quantité néceſſaire de menſtrue (7), c'eſt-à-dire, de pierre à chaux qui aide à donner de la fluidité au fer : ou enfin, s'il y a des mines mélangées qui épaiſſiſſent & engourdiſſent en quelque façon le fer en fuſion.

Toutes les fois que le travail eſt retardé par quelque maladie, on brûle inutilement beaucoup de charbon : on en met toujours la même quantité, ſoit qu'on mette quinze meſures de mine, ſoit que l'on en mette vingt huit. Avec la même quantité de charbon, on fond peu ou beaucoup de mine : par conſéquent, avec égale quantité de charbons on a moins de fer, ce qui eſt une groſſe perte.

(7) De fondant.

On fait ordinairement quatorze ou dix-huit charges par jour, de façon que pendant vingt-quatre heures on a mis dans le fourneau quatorze ou dix-huit fois du charbon & de la mine, ce qui est $\frac{24}{14}$ ou $\frac{24}{18}$: dans les premiers jours on en fait moins, seulement dix ou douze par vingt-quatre heures : on en augmente ensuite le nombre. Quand les soufflets vont moins vîte, les charbons durent plus long-temps, & conséquemment les charges ne demandent pas à être si souvent renouvellées, que lorsque le feu & le vent agissent pleinement. Quand on voit que les charbons sont descendus à une certaine profondeur, qui est marquée aux parois environ cinq pieds, il faut faire une nouvelle charge.

Mais pour faire mieux connoître comment se fait l'œuvre de la fusion, il faut en détailler, par ordre, toutes les parties.

La mine, préalablement grillée, se met partie en petits morceaux, partie en poussiere, au moyen d'un marteau que l'on fait mouvoir (8); la mine grillée, & dont la pierre est en chaux, se brise aisément : on chasse par cette opération le *gluten*, qui lioit les morceaux; les liens déja rompus & brisés par le feu, lâchent prise, conséquemment la mine se met aisément en poussiere & en morceaux, gros comme du gravier. Il faut que la mine soit réduite en petits morceaux & non en poussiere; d'une part, si elle étoit totalement en poussiere; elle rempliroit tous les vuides que les charbons laissent entr'eux, & par-là fermeroit au feu tous les passages, lui ôteroit son activité, & empêcheroit la flamme de sortir; si d'un autre côté les morceaux étoient trop gros, comme du sable, ils passeroient aisément à travers les charbons, & par leur poids tomberoient dans le foyer sans être fondus.

Dans les premiers jours, le fourneau étant plein de charbons, on met dessus de la mine au milieu, & non contre les parois. La raison de ce procédé est que les parois, encore froids, expirent une certaine fraîcheur, au moins quelque chose de moins chaud, qui se communique même au feu à travers les charbons ardents, de façon que la mine ne peut fondre que lorsqu'elle en est éloignée; & parce qu'alors le feu est plus violent au centre, dans ces premiers jours, on y met la mine pilée, afin que descendant suivant la ligne centrale, elle fonde plus aisément : ce qui ne se feroit pas proche les parois, ou si l'on avoit mis une trop grande quantité de mine.

A la longue, comme les parois s'échauffent de plus en plus en mettant la mine sur le charbon, on l'étend davantage & on la retire un peu du centre. Enfin, au bout de sept à huit jours, on approche la mine des parois, c'est-à-dire, que lorsqu'on sent que les parois renvoyent une chaleur aussi considérable que celle des charbons allumés dans le fourneau, on répand la mine dans toute l'étendue de l'ouverture : enfin, lorsque les murs ont acquis un plus grand degré de chaleur que les charbons, on met plus de mine contre les parois que sur le reste des charbons. Les Ouvriers disent que les parois; une fois échauffés, demandent autant de mine, ou, pour parler leur langage, en attirent une aussi grande quantité que le volume du feu enfermé dans les parois. De-là, on peut conclure que dans les premiers jours où les murs n'ont pas un aussi grand degré de chaleur que le reste, ils ralentissent l'action du feu sur les matieres qui les avoisinent : ensuite ces murs prennent le même degré de chaleur que les charbons allumés. Enfin, la chaleur y devient plus grande, car elle s'accroît & se concentre plus dans les corps durs que dans les corps légers. Il en est de même du froid; il arrive la même chose au foyer; dans les premiers jours, le fer en fusion s'attache aux parois, tant qu'ils ont encore quelque chose de froid & d'humide : ensuite ils s'échauffent de plus en plus, comme nous le dirons.

Lorsque les charbons sont descendus à la profondeur d'environ cinq pieds, ce qui est le temps d'une heure & demie, deux heures moins un quart, ou deux heures au plus, on y en met de nouveaux en renversant dans l'ouverture les corbeilles qui en sont pleines, on unit la superficie du charbon avec un rabot, pour y placer la mine également. Après cela, on met la mine, 4, 5, 10, 15, 24 ou 30 mesures, suivant que le fourneau en demande ou en peut porter, ainsi que nous l'avons dit. Le charbon est entiérement couvert de cette mine écrasée, de façon qu'on ne voit que de la mine, ce qui réverbere & pousse la flamme vers les parois : on remarque encore l'endroit où la chaleur est la plus grande, soit le milieu, soit les côtés; où elle est la plus grande, on met les plus gros morceaux de mine grillée : car plus ils sont gros, plus il faut de chaleur pour les dissoudre & les fondre.

Si l'on a plusieurs especes de mines, il faut les mêler; dans certains endroits, on en mélange de dix ou vingt sortes; dans d'autres, on ne mêle que deux ou trois especes. Un habile Ouvrier doit les avoir essayées pour connoître la nature de chacune, au moyen de quoi, en chargeant le fourneau, il donnera à chaque espéce, la place qui lui convient le mieux dans la cheminée. Celles qui sont chargées de soufres, seront mises contre les parois opposés à la thuyere; car la flamme du soufre fondu ronge le fer & les pierres, & conséquemment élargiroit l'ouverture de la thuyere, & rongeroit la plaque de

(8) Un Boccard.

fer

fer qui eſt ſur le devant (9) : les mines, qui ſont chargées de beaucoup de pierres calcaires, seront miſes du côté de la thuyere.

La ſcience du Fondeur conſiſte principalement à ſçavoir déterminer précisément la quantité qu'il faut de chaque eſpece de mine, pour avoir du fer d'une bonne qualité; en mêlant, par exemple, une mine chargée de ſoufre, avec une autre qui n'en a point : s'il en a de vingt eſpeces différentes, il doit avoir une note de chacune pour les mélanger dans la proportion qui doit lui procurer du fer de la meilleure qualité.

Par elle-même, la mine de fer fond très-difficilement, particuliérement ſi elle eſt riche & n'eſt pas chargée de matiere calcaire. Alors il eſt néceſſaire d'y mêler, à chaque charge, une partie de pierres à chaux (10), cuites ou non, il n'importe : & pour que la pierre ſe mêle mieux avec la mine, on la met ſur les charbons dans le milieu, ou au centre de la cheminée. Dans quelques endroits, on en met une meſure, dans d'autres deux & trois, ſuivant que la mine eſt rebelle à la fuſion : il faut que préalablement la mine ait été grillée, ou paſſée au feu de calcination. Plus elle a été grillée, plus elle eſt diſpoſée à fondre; car tous ſes liens, ſoit de ſoufre, ſoit d'eau ou de ſel, ſont briſés & rompus, ce qui fait que non-ſeulement le feu la pénétre mieux, mais la diſſout plus aiſément : la chaux vive ſert de menſtrue dans les diſſolutions ſeches. Sans ce menſtrue ou ce diſſolvant, on ne peut ſéparer la mine de ſa roche, ou ce qui eſt le même, le fer des ſcories : le fer en fuſion, s'il n'y a point de chaux, s'épaiſſit, & les ſcories qui ſurnagent, ne lâchent pas toutes les parties métalliques qu'elles retiennent. Dans quelques endroits, comme à Roſlagie & ailleurs, les mines n'ont pas beſoin de chaux, parce qu'elles contiennent des veines de pierres calcaires. La pierre eſt jointe aux plus petites parties de mine, dans laquelle la chaux forme des eſpeces de ruiſſeaux, comme ſi c'étoit des veines ou des artères : on a encore expérimenté de ſubſtituer le *ſilex* calciné à la pierre à chaux, ce qui a réuſſi, parce que le *ſilex* brulé ſe convertit en une eſpece de chaux. D'ailleurs le *ſilex* donne beaucoup de fluidité aux mines de fer chargées de ſoufre, comme il en donne aux mines de cuivre : par ſon intermede, la ſécrétion de ce métal ſe fait aiſément, ainſi que nous le dirons ailleurs.

Par la vapeur qui ſort des ſyphons placés ſous l'ouvrage dans la foſſe ſur laquelle il eſt conſtruit, on juge de quel degré de chaleur les corps durs, comme le fond & les coſtieres, ſont pénétrés, & de la force du tourbillon que cette chaleur y excite. Dans les premiers jours que la chaleur n'a pas encore pénétré le fond, cette vapeur eſt froide; après quelques jours de travail, elle devient tiéde, & la chaleur eſt parvenue au degré néceſſaire à la fuſion; alors cette vapeur monte à un tel point de chaleur, que l'on n'oſe plus en approcher le viſage ni les mains : alors l'eau s'évapore en volume plus épais & comme une fumée plus condenſée; ce qui eſt un ſigne que la chaleur a pénétré le fond, juſqu'à la foſſe qui eſt deſſous.

D'ailleurs, dans les premiers jours, le fer s'attache aux parois & au fond, qui n'eſt pas encore échauffé & s'y condenſe de plus en plus. Avec le temps, cette matiere agglutinée s'adoucit & ſe liquéfie, mais ſimplement ſuivant la longueur du foyer, de façon que le foyer ſe nettoie d'abord dans le milieu, enſuite par les côtés : & plutôt ces matieres attachées quittent le fond & les côtés, plus on juge que l'ouvrage eſt pénétré d'un plus grand degré de chaleur.

Des ſignes ſur leſquels le Fondeur juge de la quantité de mine & de charbons qu'il faut mettre au fourneau.

La principale ſcience du Fondeur, eſt de ſçavoir donner au fourneau la juſte quantité & proportion de mine & de charbon qu'il peut porter. Il faut donc qu'il connoiſſe les indices ſur leſquels il doit juger s'il doit en retrancher ou en ajouter; car ſi on met du charbon au-delà de la quantité de la mine à fondre, l'excédent ſe brûle en pure perte : & le fer qui en provient, étant, pour ainſi dire, trop cuit & comme brûlé n'a plus la même qualité qu'il auroit eue, ſi la proportion avoit été bien obſervée. Si au contraire on met une trop grande quantité de mine, relativement à celle du charbon, le fer qui en provient, n'ayant point été aſſez purgé des matieres qui le vicient, comme ſa roche & les ſoufres, eſt encore crud, mal épuré & rempli de grandes lames brillantes. Ajoutez que quand la cheminée eſt une fois trop chargée de mine, elle perd en quelque ſorte ſon appétit, & ne veut plus recevoir tant de nourriture, de façon qu'elle ne peut plus digérer la quantité ordinaire, & en rejette une partie : ce qui prouve combien il eſt eſſentiel qu'un Fondeur ſçache régler la proportion de la mine & du charbon qu'il conſomme à chaque charge de ſon fourneau.

Dans les premiers jours de travail, il obſervera encore ſoigneuſement dans quelle quantité il faut mettre de la mine, & enſuite l'augmenter : par ce qui a été dit, il paroît qu'il faut chaque jour augmenter la doſe, juſqu'à un certain terme que les indices doivent apprendre.

Mais avant qu'un habile Fondeur puiſſe ſe

(9) La Tympe. = (10) Caſtine.

fier aux indices & à ses remarques, il faut qu'il connoisse la nature du fourneau & de son foyer, c'est-à-dire, qu'il soit instruit des vices ou des qualités de la cheminée, de sa construction. Il sçaura si le fond est humide, si la fosse sous le foyer est d'une dimension requise, si la vapeur passe librement par les syphons; si le sol qui environne le fourneau, est humide ou sec; si les pierres de l'ouvrage ont été récemment tranchées dans la carriere, ou non; si les pierres des parois sont franches ou bâtardes; si le fourneau, par vieillesse ou par caducité, ne peut souffrir le degré nécessaire de chaleur; si à force de travailler, les murs ne sont point fendus; si l'ouverture du dessus n'est point trop grande; si le ventre n'est point trop large ou rongé tout autour: outre mille autres choses que le Fondeur doit bien connoître, avant que par les indices que nous décrirons dans un instant, il puisse régler les charges.

Il faut encore qu'il connoisse la qualité de la mine qu'il brûle, sans quoi les signes ne feront que le tromper. Il doit sçavoir si cette mine est imprégnée, ou non, de parties sulfureuses, arsénicales ou autres de mauvaise nature; quelle espece de pierre est mêlée avec sa mine; de quelle nature est sa roche; si elle cede aisément au feu, ou si elle y résiste; si elle est mêlée de chaux, ou non; quelles sont les scories qui en proviennent, quelle est la couleur du feu; quels sont le mouvement & la cuisson du métal; quel est son degré de fluidité.

Ce n'est pas tout: il doit encore connoître la nature des charbons qu'il emploie; de quel bois ils sont faits; s'ils sont durs ou tendres, secs ou humides.

Un Fondeur prudent a soin de donner à son fourneau toujours un peu moins de mine qu'il semble en demander, afin qu'en quelque façon il en appete & desire davantage. La raison est qu'alors les parties nuisibles se séparent mieux des métalliques, & que l'on obtient un fer de meilleure qualité. On empêche aussi par ce moyen que le fourneau ne soit gonflé par un excès de mine, ce qui est cause que dans la suite il n'en peut quelquefois souffrir que la moitié des charges ordinaires.

Les indices qu'il faut mettre une plus grande quantité de mines ou de charbons, sont:

1°. S'il paroît des grains brillants ou des écailles dans les scories, principalement dans celles qui sortent avec la gueuze quand on la coule, & qui restent sur le fer coulé comme des grains brillants. Enfin, toutes les fois qu'on voit de pareilles écailles dans les scories, ou dans le fer, c'est une marque que le fourneau demande de la mine, ou qu'il y a trop de charbons relativement à la quantité de mine. Ces taches brillantes ressemblent au *sterile nitidum* ou *glacies Mariæ*, comme on les appelle. Du premier jour de travail jusqu'au douziéme, on trouve de ces écailles dans les scories. D'abord qu'on a mis la quantité de mine nécessaire on n'en voit plus. Si-tôt que l'ouvrage ou la cheminée demande une forte dose de mine, elles reparoissent, quand même ce seroit au milieu d'un fondage. D'abord que le Fondeur s'en apperçoit, il fait augmenter chaque charge d'un ou de deux paniers de mine. Ce brillant se remarque aux ringards, qu'on met dans le foyer. Lorsque la mine est très-riche, on n'y en voit pas beaucoup.

2°. Si les scories qui sortent du foyer sont blanches, sur-tout dans leurs extrémités, si elles sont d'un verd blanc, c'est aussi une marque qu'il faut mettre plus de mines. Dans les premiers jours, les scories sont blanches, ce qui vient de la pierre calcaire; car on en met la même quantité au commencement & à la fin d'un fondage, quoique dans les premiers jours on ne mette que quatre à douze mesures de mines, & que par la suite on en mette jusqu'à vingt-quatre: mais si la mine est pauvre, & fort chargée de pierres calcaires ou autres, les scories sont d'un verd blanc. La raison est que s'il y a une moindre quantité de mine qu'il n'en faut, toute la partie métallique se dépouille, de façon qu'il ne reste dans les scories que la partie pierreuse changée en verre, quoique la couleur verte annonce qu'il y a encore quelques parties métalliques. Il n'en feroit pas ainsi s'il y avoit moins de chaleur, ou, ce qui est la même chose, s'il y avoit plus de mine.

3°. Si pendant leur écoulement les scories sont très-légéres & comme une eau limpide, si elles n'ont point de ténacité, si elles se durcissent d'abord qu'elles prennent l'air, c'est la marque d'une chaleur trop concentrée, qu'il faut tempérer par une plus grande quantité de mine.

4°. Les Fondeurs entendus regardent souvent par la thuyere; cet orifice peut avec raison s'appeller *l'œil des Fondeurs*; c'est par là qu'ils examinent le progrès de la fusion, & l'état du creuset; ils fréquentent souvent cette ouverture: & il n'y a pas de quart-d'heure qu'ils ne s'en servent pour introduire un ringard dans le foyer. C'est par-là qu'ils voient le volume du fer en mouvement, les scories qui le surnagent, & les gouttes de fer fondu qui tombent dans le foyer. On voit des gouttes, ou, pour mieux dire, des étincelles, partie blanches comme de la neige, partie noires, tomber comme une menue pluie, sur le fer qui est dans l'ouvrage. Si donc cette pluie est composée

d'une plus grande partie de gouttes blanches que de noires, c'eſt ſigne d'une trop grande chaleur, d'une trop grande quantité de charbons, & qu'il faut plus de mine; ſi le nombre des gouttes noires eſt le plus grand, c'eſt marque que la mine qui tombe en forme de pluie, n'eſt pas entierement diſſoute, & qu'il faut une plus grande quantité de charbon, un feu plus violent: le bon état de la fuſion ſe manifeſte lorſque les gouttes noires & blanches tombent en égale quantité.

5°. En regardant par la thuyere, on connoît auſſi aux ſcories la quantité qu'il faut de charbon & de mine. Si les ſcories ſont d'une couleur opaque & noirâtre, c'eſt marque d'un défaut de chaleur; pour l'augmenter, il faut plus de charbons: mais ſi les ſcories ſont trop blanches & trop claires, c'eſt un ſigne qu'il faut un moindre degré de chaleur, c'eſt-à-dire, moins de charbons, ou plus de mine. Enfin, ſi la couleur des ſcories eſt verdâtre, & que leur fluidité ſoit par-tout bien égale, c'eſt marque qu'il y a dans le fourneau ce qu'il faut de mine & de charbons.

6°. Si le fer coulé & refroidi montre dans ſa fracture un certain brillant calcaire, c'eſt-à-dire, mat, on en peut conclure qu'il y a trop de mine; au contraire, ſi le fer, dans ſa fracture, reſſemble à de la glace, c'eſt ſigne qu'il n'y a pas aſſez de mine, eu égard au charbon. La preuve que la proportion a été bien obſervée, c'eſt quand la fonte dans ſa caſſure, préſente des grains clairs, mêlés de grains gris & opaques. Au reſte, les ſignes tirés du fer & de ſa couleur, ſont fort équivoques; car ce n'eſt pas le plus ou le moins de mine, mais ſa qualité qui, dans la fonte opere la différence des couleurs & les nuances du blanc; de façon que du brillant, du terne, ou de l'obſcur des lames & des grains que l'on voit à la caſſure de la fonte, on ne peut pas juger ſainement du rapport de quantité de mine & de charbon qui ont été employés. On ſçait ſeulement que ſi le degré de chaleur, ou les charbons ne ſont pas en aſſez grande quantité, la blancheur eſt argentée dans les grains, & que dans la caſſure on trouve des parties de mine.

7°. Si à l'embouchure de la thuyere on voit le fer ſe refroidir dans le foyer, au point qu'il ſemble boucher ſon orifice, c'eſt marque que les charbons ſe ſont conſervés ſans avoir liquéfié la mine comme il faut. Nous parlerons de cela ci-après.

8°. Si les ſcories qui reſtent ſur la gueuze, paroiſſent trouées, noires, de couleur de fer, mais néanmoins légéres, c'eſt une preuve qu'on a employé la juſte proportion de mines & de charbons. Les ſcories compactes, trop peſantes & trop imprégnées de fer, dénotent le contraire.

9°. La fumée & la flamme qui s'élevent dans l'air par le deſſus du fourneau, & qui le ſoir dans les ténebres, paroiſſent fluides & bien répandues, indiquent la maniere dont la mine ſe cuit dans le foyer; car, ſi la flamme mêlée de fumée monte trop haut, c'eſt marque d'ébullition & d'intumeſcence dans le foyer; c'eſt ſigne que le métal ne ſe ſépare pas bien des ſcories; auquel cas on conſomme des charbons en pure perte. La preuve que la mine fond & ſe dépouille bien, c'eſt lorſque la flamme ſort du fourneau en pointe blanchiſſante, ou blanche, ſans tirer beaucoup ſur le rouge, & ſans jetter trop haut des étincelles avec de la fumée.

10°. Non-ſeulement on connoît l'état de la fuſion à la couleur & à l'élévation de la flamme, mais même à la couleur des parois ou des murs que la flamme touche continuellement en s'échappant. Si la flamme & la fumée donnent une couleur verte au-devant du fourneau, c'eſt ſigne qu'il faut plus de mine; il en eſt de même des murs du deſſus: ſi au contraire ils noirciſſent, il faut plus de charbons.

11°. Si le deſſus d'une gueuze paroît uni & comme poli, c'eſt marque qu'il faut plus de mine; ſi le fer, quand on le coule ſcintille, c'eſt un ſigne qu'il faut plus de charbons. Il y a encore pluſieurs autres choſes que nous dirons, en traitant le myſtere de la cuiſſon du fer dans le foyer.

De la trop grande chaleur & ébullition du fer dans le foyer.

Le fer, le plus froid & le plus difficile à fondre de tous les métaux, donne, lorſqu'il coule dans le foyer échauffé par le métal en bain, l'exemple d'un combat & d'une réaction. Il ſaute d'abord comme un liquide chauffé dans un vaiſſeau d'airain; comme un furieux, il s'enfle, il jette une écume noirâtre, ſemblable à de petits flots, qui ſe terminent en pointes & en dards. Ce métal en fureur force l'eſpace du foyer, s'enfle & s'éleve comme de l'eau bouillante. La thuyere eſt bouchée de ſcories noires: celles qu'on tire du foyer, ſont brunes, couleur de fer, & fort chargées de parties métalliques. Cette efferveſcence, ou ce combat a coutume de revenir à de certains temps réglés, comme la fievre froide. D'abord qu'il y a aſſez de fer ramaſſé ſur la thuyere, pour que ſon poids le faſſe tomber dans le foyer, cette froide efferveſcence revient: le fer impur qui y eſt tombé, eſt comme un levain. Si le Fondeur ne ſçait pas appaiſer ces flots, en tirant du foyer les ſcories bourſouflées, comme mourantes, & hors d'ha-

leine, par le combat qu'elles ont essuyé, si par le moyen des ringards & des crochets, il ne remue & agite continuellement le fer enflé; s'il ne débarrasse les scories attachées à la thuyere, en écumant, comme on l'a dit, le foyer bouillonnant, sans tous ces secours, le foyer se rempliroit d'une matiere agglutinée & ténace, les orifices se boucheroient, il seroit impossible de continuer le travail, & on perdroit le bénéfice qu'on en doit attendre. Outre cela, les scories contiennent beaucoup de fer, qu'elles entraînent avec elles de façon que par cette fureur & ce combat, on perd beaucoup de métal.

Pour ce qui regarde la cause de cette effervescence, elle est la même que celle qui arrive dans tous les autres liquides plus légers, dans le vin nouveau, ou autres liquides mêlés & couverts quand ils fermentent; car si on met un mélange d'alkalis & d'acides, ce qui sert de ferment, dans une liqueur qui n'a point de fermentation, aussi-tôt la liqueur bout en dissolvant les parties, rompant les liens qui les attachoient, & forçant les bulles de monter, elle forme une écume à la superficie. Il arrive la même chose à la mine en fusion, quoique plus pesante; si, sans être épurée & dégagée des corps étrangers, elle tombe dans le foyer, ou dans une grande quantité de métal en fusion; sur le champ il se fait un mouvement, la liqueur s'enfle, les bulles s'élevent & se terminent en écume. La mine ainsi crue, & mal digérée, sert de ferment, & la fureur de la fermentation ne finit que lorsque les parties fermentantes, quelles qu'elles soient, sont sorties du foyer, ou séparées les unes des autres. Cela arrive encore toutes les fois qu'il tombe dans l'ouvrage de la mine crue & imprégnée de matieres hétérogenes, ou si le fer qui s'est ramassé dans le plus grand espace du ventre, au-dessus de la thuyere, se refroidit un peu, & si, ainsi coagulé, il ne tombe pas en forme de pluie, & qu'entraîné par son propre poids, il tombe en gros volume dans le fer en fusion, qui est déja dans l'ouvrage. On voit sur le champ le fer liquide se boursouffler, se battre & se tourmenter, comme si deux liqueurs spiritueuses, de nature contraire, étoient mises ensemble dans un vase. Il n'est pas aisé de déterminer les vraies causes de ce phénomene; car ce combat & cette fluctuation, ou viennent du mélange du chaud & du froid: en effet, si on jette une pierre ou un morceau de métal froid, dans une liqueur très-chaude, sur-tout si c'est du métal en fusion, il se fait sur le champ un combat du chaud & du froid. Conséquemment, ce qui est le plus fluide & le plus chaud, bout & saute le premier. Ou bien le combat dont nous cherchons la cause, provient de ce que le fer & la mine amassés en gros volume, soit contre le creux des parois, soit au milieu de la cheminée, sans être séparés des parties étrangeres, & tombant dans le foyer, ce volume est d'un poids mitoyen entre les scories & le fer: d'où il arrive que cette masse ne peut point se mêler avec le fer pur qui est plus lourd, ni avec les scories qui surnâgent & qui sont plus légéres; mais elle se tient au milieu des deux, de façon qu'en remuant le métal qui est dans le foyer, on mêle ces parties avec le fer, puis elles se relevent & se mêlent avec les scories, ensorte qu'elles confondent les unes avec les autres, & dérangent leur séparation, mêlant les scories avec le fer, & le fer avec les scories, comme il arriveroit en remuant de l'eau qui auroit déposé des ordures; ce qui occasionne encore une espece de combat, parce que le fer plus lourd cherche à chasser les scories plus légéres, d'où il résulte une grande commotion au total. La fermentation dont nous parlons, peut venir encore des parties crues, qui, de l'endroit qui est en pente (sur les échelages) tombent en grand volume dans le foyer; lorsque dans cette masse il reste des parties humides ou sulfureuses tombant dans le bain de métal, elles sont saisies d'une grande & subite chaleur, & comme l'air ou l'eau, elles se raréfient & s'élevent en bulles & en écume. On donne enfin une autre raison de cette fermentation, mais que nos sens n'ont encore pu pénétrer. On croit que la chose doit se passer dans les corps durs & pesants, mis en fusion, comme dans les corps légers tels que l'eau, l'huile, les esprits, pourvû que le dégré de liquidité soit le même. Les particules des corps durs peuvent alors s'attaquer & combattre entr'elles, comme feroient les particules des corps fluides légers. Au reste, ce que nous avons dit, est confirmé par les expériences suivantes.

1°. Si les charbons sont humides, ou s'ils sont trop vieux, ce qui conséquemment leur a fait perdre une partie de leurs forces, de façon qu'ils ne peuvent plus fondre la mine comme il faut, & lui donner le dégré convenable de liquidité, nous voyons arriver le combat dont nous parlons. Alors les charbons chargés d'humidité, ne s'enflamment point en descendant dans la cheminée, ni au premier dégré, ni au second, & quoiqu'ils commencent à blanchir, toute l'humidité n'en est pas chassée: mais on voit sensiblement, qu'il y a encore des parties humides qui se communiquent au feu & à la mine qui est à fondre, comme le démontrent les fumées qui s'échappent avec les étincelles, ce qui diminue la force du feu, & retarde son action; de façon que la mine descend dans le foyer encore crue, que

ſans être purgée des parties étrangeres, ce qui excite le mouvement que nous avons dit. Il arrive encore la même chose, s'il n'y a pas une quantité de charbons proportionnée à la mine.

2°. Cette efferveſcence arrive encore s'il n'y a pas aſſez de chaux dans la mine, ou ſi la pierre calcaire eſt de mauvaiſe nature. La chaux, comme on l'a déjà dit, tient lieu de menſtrue dans les diſſolutions ſeches, de façon que ſi la fuſion ne s'opere pas, ſoit manque de chaux, ſoit par la mauvaiſe qualité de celle qu'on a employée, les parties légeres ne ſe ſéparent pas des peſantes, les métalliques des pierreuſes, les tendres des dures, les mixtes des pures; mais elles ne s'arrangent & ne ſe mêlent dans le même foyer, qu'après avoir combattu entr'elles.

3°. Ces combats viennent encore ſouvent de l'obliquité des parois ou murs, qui du ventre deſcendent ſur le foyer. Cette partie eſt preſque entiérement occupée par le foyer ſupérieur; ſi cette obliquité eſt telle que les petits ruiſſeaux de mine ne puiſſent pas couler perpendiculairement, mais qu'ils ſoient arrêtés dans des endroits trop creux où ils ſe repoſent, & à la longue s'amaſſent en gros volume; alors la mine ſe coagule & s'attache aux murs, d'où elle pend comme une matiere viſqueuſe ou poiſſeuſe, & ne coule point dans le foyer qu'il n'y en ait une aſſez grande quantité, pour, en profitant du plan incliné, être entraînée par ſon propre poids dans l'ouvrage, ou à couler lentement contre les murs, comme de la poix. De-là il ſuit que le fer, le plus lent & le plus froid des métaux, arrivant au foyer, dans lequel il y a déja du métal en bain, fait l'eſpece de combat dont nous avons parlé. L'expérience prouve même que c'eſt cette chûte en maſſe ou cet écoulement tardif qui en ſont la cauſe: car ſi vous regardez par la thuyere peu avant que cette commotion arrive, ou quand elle commence, vous verrez devant la thuyere cette matiere couler lentement par gros morceaux, comme de la poix, & être ſubmergée dans le foyer où il y a déja de la fermentation, de façon qu'à l'œil vous pouvez en découvrir l'origine & la cauſe. Cette maladie reſſemble à la fievre froide qui a des retours réglés & périodiques. Cette efferveſcence revient régulierement toutes les ſix ou les douze heures. Elle commence par un certain froid, une eſpece de friſſonnement: enſuite le tout s'échauffe & ſe tranquilliſe. Quand par la thuyere, on ne voit que des gouttes noires ſans aucunes brillantes, c'eſt un ſigne que ce refroidiſſement ou cette fievre ſont près d'arriver.

Lorſqu'un fondage eſt fini, on voit que la partie du mur qui recevoit & arrêtoit ces matieres, eſt rongée & fort creuſée, le plus ſouvent ſur la thuyere. Il ſe forme de pareilles cavités dans la partie du fourneau que le vent attaque & frappe continuellement: car ſi le vent eſt dirigé de façon qu'au lieu de circuler & aller en ſpirale avant que de gagner le deſſus, tout ſon volume attaque continuellement le même endroit; alors aidé du feu, il excave aiſément cette place, il détruit & ronge les mortiers, & à ce moyen il creuſe & prépare des eſpeces de lits dans leſquels le fer s'arrête & ſe repoſe.

Quand auſſi le foyer eſt bâti ſur un endroit humide, ou quand les ſyphons ne tirent pas toute l'humidité, mais qu'une partie de l'humidité s'inſinue par le fond & rafraîchit l'intérieur, elle diminue la force du feu, & arrête la fluidité du bain. C'eſt de cette façon qu'eſt occaſionné l'élancement du métal en forme de pointes & de dards. Tout cela prouve que ces mouvemens n'arrivent que par la jonction des mines crues, & mal liquéfiées, au métal en bain. Pour ſurcroît de preuves, on ajoute encore que cette efferveſcence arrive parce que les mines ne ſont pas bien calcinées. Car plus la mine eſt torréfiée, mieux les parties métalliques, dans le fourneau, ſe ſéparent des pierreuſes & autres, au lieu que ſi leurs liens ne ſont pas rompus, il eſt difficile de les diſſoudre, à moins qu'il n'arrive dans le foyer une fermentation & une réaction. On apporte auſſi pour raiſon de l'efferveſcence dont il s'agit, la trop grande ténuité de la mine quand elle eſt, pour ainſi dire, réduite en pouſſiere; parce qu'alors paſſant facilement dans les vuides que les charbons laiſſent entr'eux, elle coule toute crue dans le foyer.

Voici les ſignes d'une prochaine ébullition, au moyen deſquels les Ouvriers prévoient que l'efferveſcence eſt ſur le point d'arriver.

1°. Si les ſcories ſortent avec abondance & ſont bourſoufflées, ſi elles coulent au loin & ſans diſcontinuation, c'eſt une marque qu'il y a déja du temps que le fer s'eſt enflé, auſſi bien que les ſcories qui ſurnagent, & que le total en fermentation eſt très-raréfié, de façon que pour s'échapper il remplit entiérement l'eſpace au-deſſus de la dame deſtiné pour l'écoulement des ſcories; ce qui feroit croire qu'il y a quatre fois plus de ſcories qu'il n'y en a véritablement: cette fermentation reſſemble à celle qui arrive au bled mêlé avec l'eau, aux ceriſes, aux cormes, lorſqu'on y a mis un ferment.

2°. Les ſcories, qui ſortent du feu, peuvent encore indiquer les mouvements prochains, & l'intumeſcence de la matiere dans le foyer. Si elles paroiſſent d'abord enflées & déſenflent auſſi-tôt qu'elles ſont ſorties, paroiſſant en quelque façon rentrer en elles-

mêmes, c'eſt ſigne qu'il y a déja du temps que la fermentation a commencé, & qu'il va y avoir une forte agitation : une marque enfin de cet évenement, eſt lorſque les ſcories refroidies ſont très-légeres, fiſtuleuſes, & dans leur ſuperficie remplies de trous comme une éponge.

3°. La couleur auſſi des ſcories reſſerrées & refroidies, annonce qu'il va arriver dans le foyer une trop violente cuiſſon, ſi elles ne ſont plus de leur couleur ordinaire, c'eſt-à-dire, bleuâtres ou verdâtres, mais d'un brun rougeâtre ou noirâtre : car d'abord qu'elles s'épaiſſiſſent, elles paroiſſent obſcures & noirâtres, ce qui eſt un ſigne évident qu'elles ont avec elles des parties de mines mal digérées, & chargées de fer. En effet, ſi la pierre n'eſt pas ſéparée du métal, ou le métal de la pierre, les ſcories ſont imprégnées de pouſſieres minérales, ce qui en obſcurcit la couleur, de façon que la pierre ne peut point ſe changer en verre de ſa couleur, & que tout le fer ne peut s'en ſéparer : &, parce qu'il y a une grande quantité de mines mal cuites dans les ſcories qui ſont ſorties du fourneau, elles jettent çà & là beaucoup d'étincelles, comme le fer chauffé au blanc en jette ſous le marteau, ce qui eſt autant d'indices qu'il y a beaucoup de fer dans les ſcories, qui, ne pouvant s'en ſéparer, met en fluctuation tout le métal qui eſt en bain.

4°. Un fondeur habile peut bien, même de loin, juger de l'état de ſon fourneau par la flamme ſeule ; il connoît s'il y régne du trouble ou de la tranquillité, de façon qu'à la vûe ſeule, même à la diſtance de pluſieurs milliers de pas, il raconte à ſon compagnon ce qui ſe paſſe dans ſon fourneau, s'il y a du dérangement, ſi la cuiſſon ſe fait bien, ou s'il n'eſt point arrivé quelque autre accident, mais il n'en peut juger que lorſque la nuit étant obſcure, & la flamme ſortant avec force du fourneau, elle ſe voit de loin ; car ſi la flamme s'éleve beaucoup au-deſſus du fourneau, ſi elle ſe raſſemble en tourbillons ou flots épais, c'eſt-à-dire, ſi des volumes de flamme ſont élancés du fourneau, s'ils tourbillonnent, ſe briſent & périſſent en l'air, quand ils ſont bien épais, c'eſt une marque qu'il y a du trouble dans le foyer, & que le fer eſt élancé dans le fond du fourneau, comme la flamme dans le deſſus : la couleur du feu & de la flamme eſt auſſi un indice du trouble ou de la tranquillité du foyer. Si elle eſt trop rouge & comme épaiſſie par la fumée, ſi elle eſt condenſée par la pouſſiere noire du charbon, ſi les étincelles interrompent la flamme & voltigent dans l'air en grande abondance, attendez-vous à une tempête prochaine dans le foyer.

La flamme auſſi qui ſort par le devant, & qui s'échappe le long du mur antérieur, peut encore annoncer les mouvements qui vont arriver. Si elle paroît inégale, & ſort par intervalles ; ſi elle a des pointes brillantes, & ſe diſſipe par inégalité ; ſi elle meurt tout d'un coup, & reparoît enſuite, c'eſt une marque d'un commencement d'ardeur dans le foyer.

5°. Le mur de devant qui reçoit & réverbere la Flamme continuellement, & qui eſt obſcurci par une eſpece de fumée, indique encore ſi le fer en fuſion dans le foyer, eſt dans un mouvement égal ou violent. La couleur brune & de fumée qu'on remarque ſur ce mur, ſignifie effervеſcence & grande chaleur : elle dénote que la mine ne fond pas bien, & que les parties nobles & peſantes ne ſe ſéparent pas des mauvaiſes & légeres, mais qu'elles combattent enſemble. Cette fumée, ou couleur noire, vient de la flamme, qui, mêlée de parties de ſoufre & de charbon, noircit le devant du fourneau : ſi au contraire ce mur eſt d'un verd tirant ſur le blanc, c'eſt un ſigne d'une bonne cuiſſon. Le mur extérieur, qui eſt au-deſſus de la thuyere, prend auſſi les mêmes couleurs, ainſi que l'eſpace excavé & deſtiné à placer la thuyere : la vapeur de la fumée, qui ſort continuellement du foyer, teint les murs de ſa couleur.

6°. A l'œil, on peut voir clairement le commencement & le progrès de cette effervеſcence. Si vous paſſez un morceau de fer par le trou de la thuyere, & ſi vous regardez dans l'intérieur, on voit d'abord, vers l'orifice de la thuyere, des ſcories qui s'élevent vers ſon embouchure & contre le vent : elles frappent le mur de coups fréquents, comme les flots d'une riviere en battent les bords. Ces flots ſe terminent en pointes, c'eſt-à-dire, qu'ils ſont aigus à leur extrémité, comme des piques, & ne ſont point dans un mouvement uniforme : c'eſt une marque que la liqueur s'enfle & s'étend en bulles. Les ſcories noirciſſent de plus en plus, & montrent à leur ſuperficie les mines noires & crues. La ſurface du volume commence à s'abaiſſer ; & enfin tombant dans le métal en bain, elle le fait ſauter & fait ſoulever toute la liqueur en flots, en écume & en bulles. Cette impétuoſité ne ceſſe point que l'on n'ait retiré toutes les ſcories du foyer, qu'il faut, pour ainſi dire, écumer : pendant cela le métal tombe en pluie noire. Partie de la mine mal digérée prend ſur l'orifice de la thuyere : le fer épaiſſi coule plus lentement ; il reſte ſur l'embouchure de la thuyere ; comme une ſtalactite ou un glaçon. On diroit qu'il ne coule dans le foyer que d'une façon engourdie, toujours en gros volume, de la même façon qu'une matiere froide & épaiſſe tombe dans une matiere très-liquide. Il ne faut pas être étonné, ſi de-là il vient une fermentation, & ſi ces matieres refroi-

dies par un souffle froid, peut-être humide, se durcissent aisément & s'hérissent : ce qui est cause qu'il faut les détacher de l'orifice de la thuyere, avec des crochets ou des ringards, sans quoi elles en boucheroient aisément l'ouverture, qui est le canal de la respiration. Comme cette matiere ferrugineuse & intraitable est poussée par une espece de tourbillon, il y en a une partie considérable, qui, en forme d'étincelle, est jettée dans la chambre de la thuyere, la bouche entiérement, ou, en occupant une grande partie, obstrue sensiblement son orifice, qu'il faut promptement dégager : voilà les principales observations, sans parler de plusieurs autres en grand nombre, que l'on peut faire en regardant par le trou de la thuyere.

La difficulté est d'appaiser ces mouvements & ce trouble intérieur ; car si on n'y remédie pas à temps, on travaille ensuite très-inutilement : le remede vient trop tard. Si la thuyere est emplie, de façon que le vent ne passe plus, ou si le volume de métal est prodigieusement gonflé dans le foyer, voici les remedes qu'on pourra apporter à ces accidents.

1°. Quand on voit que le foyer demande un remede prompt, avec un ringard qu'on introduit dans l'ouvrage, on remue le morceau qui y est tombé & qui en fait enfler les matieres. Quand on agite la liqueur en fermentation, peu-à-peu son ardeur diminue & s'appaise, semblable à l'eau bouillante dans un vase : dans l'instant qu'elle est prête à passer par-dessus les bords, on l'arrête en y jettant une pincée de sel froid, ou quelque liqueur froide qu'on remue avec une cuilliere : sur le champ l'intumescence cesse, & l'eau rentre en elle-même ; de même le remuement opéré avec le ringard, arrête le gonflement du fer liquide : on le voit diminuer & baisser sensiblement ; par le mouvement du flux & reflux que donne le travail du ringard, on mêle toutes les parties amies ou ennemies, & avec le temps on vient à bout de séparer les légeres des pésantes, les métalliques des pierreuses : chaque partie prend sa place dans le foyer relativement à son poids.

2°. L'Ouvrier ne cesse pas pour cela le travail ; il tire dehors, avec les crochets, les scories ainsi dégagées du métal : comme elles sont fort enflées, elles sortent par longues traînées & en gros volume ; & attendu que leur superficie est gonflée par des boursouflures & de grands vuides, elles paroissent être en aussi grande quantité, que si c'étoit le produit de deux ou trois fourneaux ; elles sont enflées comme de la farine mêlée avec de l'eau ou du lait, dans laquelle on a mis du levain : mais d'abord qu'elles sentent l'air, leur volume diminue & elles s'affaissent.

3°. Les scories qui obstruent la thuyere, doivent être soigneusement détachées avec le ringard, & on doit en tenir l'ouverture bien nette : si on néglige cette précaution, la voie des poumons & de la respiration se bouche aisément, & le foyer à ce moyen perd la chaleur & la vie.

4°. Voici les moyens expérimentés de prévenir ces accidents : Si la mine a été préalablement calcinée & brûlée ; s'il n'y en a pas une trop grande quantité réduite en poussieres, de façon que profitant des interstices qui se trouvent entre les charbons, elle descende jusqu'au foyer sans être preparée à la fusion ; si les charbons n'ont point été mouillés, ou si l'ayant été, on les mêle avec des charbons secs ; si le ventre du fourneau n'est point trop creux, ou n'a pas assez d'obliquité ; s'il n'y a pas une trop grande inclinaison à la partie de la thuyere : ou si cette partie qui entre dans le foyer, est trop horizontale ; si la fosse qui est sous le fond est bien dégagée & bien nettoyée de toute impureté : enfin, si on observe bien d'autres choses, que les bons Fondeurs regardent comme les préceptes d'un travail utile.

Voici encore la maniere d'éviter les pertes & dommages, que l'effervescence d'un si grand volume de fer occasionne.

1°. Si la fermentation n'est que médiocre & non pas à l'excès, c'est-à-dire, si chaque jour, ou tous les deux jours, la fievre, dont nous avons parlé, revient réguliérement, les Ouvriers prétendent que cela ne fait aucune perte au Maître, ni dommage à la fusion ; au contraire, la solution & séparation des parties s'opere mieux par ce mouvement intestin, comme une liqueur en fermentation, après le trouble, s'éclaircit & se clarifie : ce qui fait que le foyer se purge des scories, ensorte que la fusion se fait plus avantageusement par la suite, & que le foyer bien guéri, sentant les besoins de son estomach, semble demander plus de nourriture, c'est-à-dire, plus de mines.

2°. Mais si cette maladie revient trop fréquemment, comme deux ou trois le même jour, ou bien si la fermentation monte à un excès considérable, il y a une grande perte. Alors les parties métalliques ne se séparent pas bien dans le foyer, mais y demeurent attachées, & sortent avec les scories, ce qui est cause qu'elles paroissent remplies de fer, comme on en juge à leur couleur & à leur poids.

3°. Si un Fondeur adroit ne débarrasse pas continuellement la thuyere des matieres qui s'y attachent, afin que le vent ne soit point gêné, l'orifice se boucheroit aisément, & le feu seroit suffoqué.

4°. Dans ce cas, comme une grande partie du fer s'en va en pure perte, on consomme beaucoup de charbons inutilement sans fruit & sans effet.

5°. Le fer qui a essuyé cette fureur, est tout criblé de trous, & de la plus mauvaise qualité : car quand le combat entre le fer & les scories est fini, on voit la superficie du fer refroidi, pleine de fentes, de petites cavernes ou pustules, ce qui dénote qu'il a essuyé une violente intumescence.

Indices extérieurs de l'intérieur d'un fourneau, de la fusion dans le foyer, tirés principalement de la flamme.

Nous avons déja dit ci-devant que de loin, par la flamme & d'autres signes, on pouvoit juger de l'intérieur d'un fourneau, du feu, de son action, de son dégré de chaleur, & de plusieurs autres choses; de façon que pour sçavoir l'état de la fusion, il n'est pas toujours nécessaire de voir & de sonder le dedans. Les signes extérieurs sont :

1°. Si la flamme est d'un verd clair mêlé de blanc, le travail va bien.

2°. Ensuite si la flamme blanchit.

3°. Si la chaleur de la flamme est trop bleue, c'est une marque que la mine est encore crue, & qu'elle a beaucoup de soufres grossiers : de façon que si la même mine est bien grillée au feu de calcination, cette couleur azurée blanchit & se dissipe.

4°. La couleur jaune de la flamme dénote dans le foyer une fusion trop seche.

5°. La couleur rougeâtre indique qu'on vient de mettre du charbon dans le fourneau, & que ce charbon n'est pas encore allumé, ou bien c'est un signe de bouillonnement & de combat dans le foyer, comme nous l'avons déja remarqué. On en est encore plus certain si les étincelles sortent de la flamme avec la fumée, & si les parois sont noircis par une espece de suie.

6°. Une petite flamme, & qui ne s'éleve pas beaucoup, dénote que les passages par lesquels elle doit gagner le dessus, sont bouchés, ou par la mine, ou par la poussiere des charbons.

7°. A la grande hauteur & expansion de la flamme, on juge que la mine tombe dans le foyer, crue & mal digérée, ce qui est la marque d'une effervescence prochaine. Le feu passant librement à travers de grands vuides & interstices, est porté au-dessus en volume épais, de façon que la flamme qui ne s'éleve pas trop haut est la meilleure.

8°. La flamme, dans les premiers jours de travail d'un fourneau, est presque la même que dans la suite, quoique la quantité de la mine soit bien différente. Dans les premiers jours seulement la flamme est plus blanche : dans la suite elle est d'un bleu plus foncé.

9°. La flamme réverbérée, lorsqu'elle s'échappe par l'ouverture du dessus, sort seulement le long des parois & non pas au milieu, par la raison que la mine mise dans le milieu, lui ferme les passages, & la force de se glisser le long des parois. Elle paroît toujours s'élever plus haut de deux côtés, sçavoir, le devant du fourneau, & le côté opposé (11), mais non pas du côté de la thuyere, ni dans le reste de l'ouverture.

Par le volume du fer, on peut aussi juger de la quantité respective de la mine & du charbon, ainsi que de la qualité du fer. Si, quand on le coule, il sort une grande quantité d'étincelles brillantes, c'est un signe que le fer est dur, & qu'il l'est d'autant plus qu'il jette plus d'étincelles. Dans ce cas, il faut augmenter les charbons ou diminuer la mine : mais quand on veut de la dureté, comme lorsqu'on veut fondre de grosses enclumes, ou autres agrès de fer, qui doivent résister à des coups fréquents, il faut mettre plus de mines, ce qui ne s'exécute que sur la fin d'un fondage, parce qu'étant près de la fin de son travail, on ne craint plus les dangers auxquels cette augmentation de mine expose. Pour faire des ustensiles d'un fer moins dur, il faut mettre la quantité ordinaire de charbons, ou même l'augmenter, ce qu'on ne fait encore que sur la fin d'un fondage, de crainte que le fourneau ne conservât trop long-temps le dégré de chaleur qu'on a cherché à lui donner. Enfin, il est indifférent que près de finir un fondage, on augmente ou on diminue la quantité des charbons ou de la mine. Qu'importe que la cheminée ou le foyer gagnent une maladie? c'est comme si l'on tuoit un moribond qui n'en peut pas revenir.

Des Scories & de leur sortie du fourneau.

La plus grande partie de la mine se réduit en scories, sur-tout si elle est pauvre. Les scories proviennent de la partie pierreuse, séparée de la partie métallique, & comme plus légeres elles surnagent le fer; car ce qui est spécifiquement plus lourd, occupe la partie inférieure. C'est pourquoi, dans le moment que le fer est séparé de la pierre, il passe à travers les matieres plus légéres, & va se joindre aux parties lourdes de son élément; de-là, la plus grande partie des scories vient de la pierre & du soufre. Elles ne sont cependant pas si épurées & si dénuées de métal, qu'elles ne recelent quelques particules de fer, qui se montrent sous une forme ronde ou ovale, ou qui mêlées en petit volume avec la pierre, se vitrifient avec elle, & teignent en verd ou en noir le verre qui en provient; d'où il est aisé de conclure, que ces scories ont encore avec elles une partie de fer; outre cela le volume des scories est beaucoup

(11) La Rustine.

plus

plus grand, occupe plus d'eſpace, & conſéquemment paroît s'augmenter plus vîte que celui du fer.

Un Fondeur attentif a ſoin de regarder avec beaucoup d'aſſiduité par la thuyere, à quelle hauteur montent les ſcories, pour ſçavoir quand il ſera temps de les faire ſortir. Il a pour cela une marque certaine, & quand elles y ſont parvenues, il donne un coup de ringard; auſſi-tôt les ſcories ſuivent de leur gré le chemin qu'on leur ouvre. Il ne reſte dans les foyers que celles qui ne ſont pas à la hauteur preſcrite. On les y retient juſqu'à ce qu'elles montent à la levre inférieure de la thuyere. On ne les laiſſe pas aller plus haut, de crainte qu'elles ne coulent par ſon embouchure, & ne ferment le paſſage du vent.

On a l'expérience que les ſcories facilitent beaucoup la fuſion du métal, & la ſéparation de la pierre, de façon que s'il n'y avoit point de ſcories pour occuper le deſſus du creuſet, & faire l'office d'un voile, en cachant le métal qui eſt deſſous, le fer ſe brûleroit aiſément, & acquerroit de la dureté en perdant la ténacité qui lui eſt néceſſaire. Les ſcories le mettent à l'abri & à couvert, comme le feroit de l'eau ſous de l'huile, qui ne ſe corrompt point l'été, & réſiſte l'hyver à la gelée. On a ſouvent remarqué que ſi on ôte de deſſus le fer toutes les ſcories, il fermente & brûle aiſément; car la mine tombant dans une liqueur très-chaude & très-peſante, ne peut pas d'abord s'y accommoder paiſiblement quant à la chaleur, ni quant au poids: il en réſulte une eſpece de diſcorde, ce qui occaſionne une commotion qui ne finit que quand la fermentation eſt paſſée, & lorſque les parties légeres ſont ſéparées des peſantes, ou pour mieux dire, celles qui peuvent ſoutenir un grand dégré de chaleur, de celles qui ne le peuvent pas. On a appris par l'expérience, qu'en ce cas les ſcories tiennent lieu de menſtrue, & qu'en aidant la ſécrétion, elles facilitent la fuſion. Si le fer eſt continuellement couvert de ſcories, il en ſort mieux cuit & plus tenace; il n'en eſt pas de même ſi on le laiſſe à nud, en le dépouillant de cette eſpece de vêtement. La raiſon eſt que la mine tombe d'abord ſur les ſcories, qui ſont plus légeres & plus froides que le fer en fuſion. La mine, quoiqu'encore crue, peut s'arrêter pendant un temps parmi les ſcories, en raiſon tant de ſon poids que de la chaleur; conſéquemment elle peut s'échauffer & ſe diſſoudre, comme étant dans ſon élément ou ſon menſtrue. Ce qui eſt le plus lourd, paſſe d'abord à travers les parties les plus légeres, de façon que la mine éprouve ſucceſſivement tous les dégrés de chaleur, avant que d'être diſſoute & ſéparée. Si au contraire elle tombe tout d'un coup dans un volume de matieres peſantes, elle eſt torréfiée & brûlée trop ſéchement; les parties légeres ſe ſéparent difficilement des lourdes. De même ſi elle tombe ſubitement dans une matiere très-chaude, avant que d'avoir paſſé par les différens dégrés de chaleur, il ſe fait un combat entre les parties froides & chaudes; ce qui prouve que les ſcories contribuent beaucoup à la ſéparation & au dégagement des différentes matieres. Quand le foyer bouillonne, on tient long-temps les ſcories deſſus, avant que de les laiſſer échapper: car ſi on laiſſoit le fer à découvert, & que la mine en gros volume vînt à tomber deſſus, la violence du bouillonnement augmenteroit, & le foyer ſeroit troublé du haut juſqu'en-bas. Au lieu que s'il eſt couvert d'une grande quantité de ſcories, la matiere du fer tombant deſſus, ne trouve pas une matiere qui lui ſoit entiérement contraire & oppoſée, mais une amie dans le ſein de laquelle elle peut plus aiſément demeurer & ſe purifier.

Dans les premiers jours que le fer vient plus doucement, & moins abondamment dans le foyer, on tient deſſus une plus grande quantité de ſcories que par la ſuite: moins la chaleur eſt grande dans la cheminée & au foyer, plus & plus long-temps il y faut tenir des ſcories au-deſſus. Au contraire ſi on laiſſe le fer à nud, la liqueur s'engourdit, elle devient ténace & eſt mal épurée, parce qu'il n'y a plus de menſtrue qui lui aide à ſe liquéfier. Moins il arrive de fer dans le foyer, plus il ſe refroidit; moins il ſe dépouille, moins il ſe purifie aiſément; ce qui eſt cauſe qu'alors il faut laiſſer plus de ſcories, ou, ſi vous voulez, le couvrir d'une peau plus épaiſſe & plus chaude.

Dans quelques endroits, ſur-tout quand la mine eſt riche, ou quand elle ne porte pas avec ſoi aſſez de chaux ou de pierre calcaire, on tient les ſcories à une aſſez grande hauteur; on garantit ainſi le fer en fuſion d'un épaiſſiſſement nuiſible, & on ne fait ſortir les ſcories que quatre ou cinq fois dans l'eſpace de ſept, même de dix heures. Au contraire, ſi la mine eſt trop chargée de chaux ou de pierres calcaires, on les fait ſortir plus ſouvent, de façon qu'elles coulent preſque continuellement: dans ce cas, le Fondeur n'a pas grande peine à veiller à cette partie.

Les ſcories coulent lentement au ſortir du fourneau ſur un terrein garni de ſable, & un un peu en plan incliné: enſuite on les ſouleve avec une pelle mouillée, & on les met dehors du fourneau avec une brouette.

Quand il eſt ſorti une aſſez grande quantité de ſcories, on ferme ſur le champ leur paſſage. Pour cela, on tire du feu quelques charbons ardens, & on jette deſſus deux pelletées de poudre de charbon & des par-

ties de ſcories, mêlées avec du ſable, & de la poudre de charbon humectée.

Comment on fait ſortir du fourneau le métal fondu.

Lorsque le creuſet eſt plein de fer juſqu'à l'orifice de la thuyere, de façon qu'il ne puiſſe plus être bouché & couvert de ſcories, qui pour lors entreroient dans la thuyere, il eſt temps d'en faire ſortir cette maſſe en fuſion : mais avant que de renverſer le bouchage de la coulée par laquelle elle doit ſortir, on met un gros ringard dans le foyer ; on l'y tourne & retourne en friſant & raſant les côtés, ainſi que les angles ; & par ce moyen, on détache tout ce qui peut être arrêté aux côtés & au fond, depuis la derniere fois qu'on a coulé. Le Fondeur continue cette opération, juſqu'à ce que les ſcories & autres corps ainſi détachés, ſoient portés au-deſſus du fer en fuſion. Comme ces matieres ſont plus légeres que le fer, d'abord qu'elles ſont détachées, elles gagnent le deſſus, à proportion de leur légéreté. Cela fait, on y enfonce un morceau de fer qu'on appelle *rabot* ou *crochet ;* on le tient ſur le fond, & en raclant avec cet inſtrument, on détache tout ce qui y eſt adhérent ; on le polit en quelque façon, & on le dégage d'une eſpece de croute qui s'y attache. Si à chaque coulée on néglige cette manœuvre, la croute augmente. Quand ce travail eſt fini, & que les ſcories ont gagné le deſſus, après un moment de repos on les tire avec le même crochet : de cette façon, on nettoye deux fois le foyer entre chaque coulée, ſçavoir un peu avant que d'en faire ſortir le fer en fuſion, & un peu après qu'il eſt coulé. Cette opération fait ſuer le Fondeur : c'eſt ſon travail le plus pénible ; car pendant qu'il le fait, il eſt expoſé à l'ardeur de la flamme qui eſt pouſſée comme un torrent, & qui attaque ſon viſage & ſes membres nuds.

Après cela, on fait faire au crochet le tour du foyer, & on tire ſur le devant quelques charbons enflammés, jettant deſſus des ſcories mêlées de cendre & de ſable, préférant celui qui a déja été au fond du moule & ſur la gueuze, avec des pouſſieres de charbon. Par ce moyen, on retient les ſcories qui couleroient en abondance : mais on ne bouche pas cette ouverture de façon à ne pouvoir pas l'ouvrir aiſément, parce que ce mélange ne peut ſe vitrifier.

Cette matiere qu'on a détachée de l'ouvrage, & qui nage ſur le métal en bain, vient non-ſeulement de la pierre & des ſoufres de la mine, mais encore de beaucoup de particules de fer, dont elle eſt imprégnée, & comme ces parcelles ne ſe précipitent pas aiſément, & qu'en ſortant avec les ſcories, elles ne ſe joindroient pas au fer coulant, on les laiſſe pendant un temps ſur le métal en fuſion, afin que par le concours des ſcories elles aient le temps de ſe dégager, & de lâcher les parties métalliques.

Il y a des foyers où ces matieres qui s'attachent au fond, ſont en plus grande quantité que dans d'autres. Ceux dans leſquels on ne brûle que des mines riches & ſéches, c'eſt-à-dire, qui ne portent point avec elles beaucoup de pierres calcaires ; ou bien ſi on n'y a pas joint la quantité néceſſaire de chaux; ou ſi le fond du foyer eſt humide, & que par une tranſpiration inſenſible, l'humidité refroidiſſe le fer en fuſion : dans tous ces cas les ſédimens ſe trouvent abondamment aux parois du foyer, notamment ſi on met beaucoup de charbons & peu de mines. Cette partie féculente dans le foyer n'eſt fournie que par des matieres crues & mal ſéparées du métal, c'eſt-à-dire, du fer joint à ſa roche. Cela arrive encore ſi les parois du foyer ſont froids, ou reſpirent une humidité froide. Il y a, à la vérité, des foyers qui, quoique ſecs & alimentés de mines pauvres, & fort chargées de pierres calcaires, ne laiſſent attacher aucun ſédiment aux parois ni au fond du foyer : mais ces mines étant fondues, reſſemblent à une eau très-fluide. Leurs ſcories ont néanmoins la couleur de turquoiſes. Quelque fluidité qu'acquiere le fer, il faut l'agiter & le remuer une fois ou deux entre chaque coulée, & cela dans la vûe d'empêcher que rien ne s'attache au fond du creuſet ni aux côtés. Cette agitation rend le fer plus fluide, & donne occaſion aux parties métalliques de ſe ſéparer des ſcories dans leſquelles elles étoient cachées. Ce mouvement les dégage ; enſuite par leur poids, elles ſe joignent au métal. De même, en triturant, & en retournant les ſcories, elles ſe ſéparent des corps plus lourds, & abandonnent ainſi la richeſſe qu'elles receloient.

Quand les ſcories ſont ſorties, on voit diſtinctement, par la thuyere, le fer à nud dans le foyer. Il paroît d'une couleur rouge, ce qui le diſtingue des ſcories dont la couleur eſt plus blanche : lorſque le fer eſt ainſi bien dégagé & épuré, il eſt temps d'ouvrir le bouchage pour le laiſſer couler.

Avant que de laiſſer ſortir cette liqueur martiale rouge, on prépare dans le ſable, qui ordinairement eſt un ſable fin de riviere, un réſervoir pour la recevoir. On creuſe pour cela dans le ſable une foſſe longue, qui tient depuis la coulée, juſqu'à l'autre extrémité de la place, qui eſt devant le fourneau : cette foſſe eſt triangulaire, laiſſant au fond un côté étroit. On a coutume de partager le moule en pluſieurs claſſes, & de mettre du ſable pour ſervir de ſéparations, mais non pas juſqu'à la hauteur du moule : ce qui ſe fait afin

que le fer coule d'une ſéparation dans une autre. S'il y a beaucoup de fer en fuſion, on fait pluſieurs moules, & dans chacun d'eux des ſéparations, comme nous venons de le dire. Ces différents moules ſe font cependant de façon qu'ils ont tous une entrée commune à la ſortie de la coulée, afin qu'ils ſe rempliſſent également de métal ; on ſe régle pour le nombre des moules & leur profondeur, ſur la quantité de métal en fuſion ; on en fait un, deux, trois, & dans chacun, ſix, ſept & juſqu'à douze ſéparations, ſelon qu'on ſçait qu'il y a de fer fondu dans le foyer. On ſe ſert de ſable de riviere, qui ne doit être ni trop ſec ni trop humide ; s'il eſt trop ſec, on l'humecte : mais il faut avoir attention que le fond du moule ait abſorbé toute l'humidité, & qu'il ne reſte point d'eau ſtagnante dans aucune des cellules. Il faut qu'elle puiſſe filtrer à travers le ſable ; on jette enſuite légérement ſur le moule, du ſable brûlé ou des cendres chaudes : enfin, on met à chaque moule ſon numéro particulier, ainſi que la marque diſtinctive de chaque fourneau.

Lorſque les moules ſont ainſi préparés, on bouche d'abord la thuyere en y mettant un enduit qui arrête & réverbere le vent. Si on ne bouchoit pas cette ouverture, le vent, qui ſe trouveroit en grande liberté dans le foyer, chaſſeroit au loin la flamme par le devant, qui eſt ouvert, par le deſſus de la dame & par la coulée, ce qui incommoderoit le Fondeur : voilà pourquoi on bouche la thuyere.

L'endroit par lequel le fer coule, eſt, comme on l'a dit ci-devant, entre la dame & une des coſtieres : c'eſt-là qu'eſt la coulée bouchée de ſable & d'argile. Quand le foyer eſt plein de métal en fuſion, on chaſſe un ringard dans le bouchage, & on réitere à grands coups : mais comme une grande partie du bouchage eſt vitrifiée, & que les bras ne ſuffiſent pas à le percer, on ſe ſert de marteaux pour faire entrer le ringard juſqu'au métal en bain ; quand le bouchage eſt percé, on retire le ringard : le fer ſuit, ſort avec impétuoſité, & va remplir les moules qui lui ſont deſtinés. Cette liqueur peſante coule d'abord comme un torrent rapide ; car la matiere en fuſion étant à une grande hauteur, elle preſſe les parties inférieures qui en ſont chargées ; elle coule enſuite plus lentement & par degrés, à meſure que la hauteur diminue dans le foyer. Au commencement de la coulée, le fer paroît très-fluide & de couleur rouge ; ſur la fin, on voit un petit ruiſſeau de ſcories, qui coule continuellement ſur la ſuperficie ; on les diſtingue facilement à leur couleur jaune : à la fin de la coulée du métal, il ſort une autre eſpece de ſcories qui ſe placent à ſa ſuperficie ; elles ſont compoſées de parties de fer & de pierres, & ſont de la nature de celles qui réſiſtent très-bien au feu.

Le fer coulé paroît rouge & brillant : mais de crainte qu'à ſa ſurface il ne s'éleve des bulles, on jette deſſus des cendres chaudes & calcinées, ſous leſquelles il s'endurcit mieux & plus lentement qu'à l'air. D'ailleurs, on peut voir qu'à meſure que la fonte ſe refroidit, il ſe forme deſſus des ondulations & des rides, qui vont en circulant & ſerpentant, & rempliſſent toute la ſuperficie de replis tortueux ; enfin, on jette du ſable humide ſur l'arrête de chaque ſéparation, parce que ce ſable humecté rend le fer caſſant partout où l'on en met : de façon que quand il eſt refroidi, il eſt aiſé de le diviſer ſuivant la même ligne, & ainſi on le caſſe en autant de morceaux qu'il y a de ſéparations.

Il arrive ſouvent qu'une gueuze, par la rencontre de l'eau qui peut ſe trouver deſſous le moule, commence à s'enfler, s'éleve & s'élance enfin juſqu'au faîte du hallage, & met le feu par-tout, au grand danger des aſſiſtans : la raiſon de ce phénomene provient de l'eau qui ſe trouve ſous la gueuze. Si elle eſt arrêtée, & qu'elle ſoit forcée de paſſer à travers le métal encore en fuſion, elle s'éleve en vapeurs & en bulles, relativement à ſon élaſticité & à ſa légéreté. Ces vapeurs ſont pouſſées en en-haut par une force légere, mais violente, à travers le métal fluide, ſuivant les loix communes de l'hydroſtatique, juſqu'à ce qu'éclatant par les parties ſupérieures de la gueuze, elles entraînent avec elles le fer, lancent des globes de métal & de feu, & rempliſſent tout l'édifice de fer en fuſion, qui porte l'incendie par-tout : cela arrive rarement ; mais d'abord qu'on s'en apperçoit, on jette deſſus du ſable mouillé, qui arrête ſur le champ cette impétuoſité, parce qu'il ſe forme une croute ſur le métal : ſi cette fureur augmente, le plus court eſt de fuir & de chercher un endroit à l'abri de cette pluie de feu.

Il y a des Fondeurs, qui, devant les Etrangers, font pour les étonner, une choſe extraordinaire ; ils trempent leurs doigts & même toute la main dans le fer liquide, puis la retirent ſans être brulée ; ils prennent même quelquefois du métal en fuſion, & le jettent en l'air ; mais avant que d'y tremper la main, même un doigt, ils la mettent ſous l'aiſſelle ou ailleurs ; & l'ayant comme enduite de ſueur, ils peuvent, ſans crainte, la plonger dans le métal en fuſion ; car la ſueur eſt non-ſeulement aqueuſe, mais ſalée, ce qui bouche les pores, & empêche que la chaleur ne pénétre dans la peau : il faut auſſi tenir les doigts extrêmement ſerrés, de crainte que le métal n'entre dans leurs interſtices.

Observations sur le feu de fonte quand il est coulé & refroidi.

LES masses de fonte, suivant la capacité de leurs cellules, sont de différentes grandeurs: elles pésent ordinairement $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$ de poids de marine (12). C'est le dessus qui s'endurcit le premier; & dans l'instant de l'induration, on peut voir la chaleur onduler à la superficie, couler & courir par mille petits détours & circuits, comme l'eau qui se convertit en glace: cela s'opere dans le moment que la fonte s'endurcit, & qu'au-dessus il se forme une croute. Quoique la superficie soit durcie au point de résister au tact & à un bâton, le dedans est encore fluide, & ce à proportion qu'il approche du centre: au bout de douze heures, elle est froide au point qu'on peut la toucher avec les mains nues, & on peut l'enlever de sa place.

De la cassure d'une gueuze & de l'arrangement de ses parties intérieures, on peut induire aisément quelle est la qualité du fer, & si l'on a mis la quantité convenable de mine & de charbon: car si elle brille de lames grandes & d'un roux ardent comme l'or, c'est une marque que non-seulement la fonte est très-crue, mais encore que par des coctions réitérées on aura de la peine à la purifier: cela vient principalement de la qualité de la mine, & pour en avoir trop mis relativement à la quantité de charbons. Si la fonte n'est pas bien liquide, & qu'au lieu de couler avec une fluidité égale à celle de l'eau pure, elle sorte comme une matiere ténace, grasse & épaisse, c'est un signe que la pierre n'a pas été bien séparée du métal, ou bien que ce dernier est encore mêlé de scories qui le rendent impur.

Si la fonte, en coulant jette des étincelles qui se répandent en forme de rayons éclatants, de même que s'il paroît une espece de flamme blanche, c'est une marque de dureté dans le fer.

Si on jette de l'eau froide sur le métal coulant, cela durcit prodigieusement le fer, mais seulement dans les parties qui ont été arrosées d'eau, & dans celles que le froid aura d'abord resserrées: dans ces endroits le dedans est garni de lames brillantes. Si le fer est d'une bonne qualité, les lames en sont fines, ou il est composé de petits grains brillans, qui se sont assemblés par monceaux: mais si le fer est d'une mauvaise qualité, les lames sont grandes, très-brillantes, planes comme le bismuth, ou la glace cassée, ce qui est une marque de crudité. D'ailleurs, d'abord que la fonte refroidit trop vîte, comme il arrive aux petites parties extérieures, aux angles, aux bavûres, aux oreilles, comme disent les Ouvriers, elle brille de grains blancs; car le trop prompt refroidissement, non-seulement trouble l'arrangement des parties, mais il empêche encore que l'une ne s'applique à l'autre, & ne se mette dans sa position naturelle en les tenant divisées. Ce qui contribue à les mettre en cet état, c'est l'effort que fait la chaleur pour s'échapper, d'où on doit conclure que cette blancheur vient seulement de l'arrangement des parties, & de leur liaison moins serrée: & comme c'est en quelque façon un commencement de vitrification, leurs parties se trouvent arrangées à peu-près comme elles le sont dans le verre. Si même le refroidissement étoit plus subit, la fracture se vitrifieroit davantage: c'est ce qui est cause que la partie du fer, qui est ainsi en grains & en lames brillantes, est plus fragile que le reste. Elle est aussi plus légere, car, à volume égal, elle pese moins que le fer, dont les parties, dans leur état naturel, sont très-serrées & très-compactes.

Si la couleur de la cassure est grise, semblable à un morceau d'étoffe d'un gris rude, ou à un mélange de laines blanche & noire, & si le fer est pesant; on juge qu'il est de bonne qualité; alors on ne peut le casser à coups de marteaux: il est très-ferme, & résiste mieux au feu, que le fer qui brille comme le bismuth.

Le fer, à grains fins, ne fond pas si difficilement au feu de la forge. La finesse des grains blancs peut venir, ou de la qualité de la mine, ou de la trop grande quantité de charbons, ou d'avoir été cuit & endurci au feu comme l'acier, ou d'avoir été refroidi trop vîte: ce qui est cause que le grain est encore plus fin aux extrémités, aux angles & aux oreilles.

Si, à leur superficie, les masses de fonte sont polies & planes, c'est une marque que le fer est d'une bonne qualité: mais si la superficie est trouée & élevée par bulles, on en conclut que le fer abonde de soufres.

Il y en a aussi qui croyent pouvoir connoître la qualité du fer, par les gouttes de mine fondue, que l'on voit, par la thuyere, tomber dans le creuset. Si elles sont grandes, ils disent que la mine est sulfureuse: au contraire elle manque de soufres, selon eux, si les gouttes sont petites.

Quoique la mine sulfureuse soit difficile à traiter, l'adresse du Fondeur peut néanmoins en tirer du fer qui ne soit pas d'une si mauvaise qualité. Si, par exemple, quand elle est nouvellement tirée & crue, on la torréfie à un fort feu de calcination, c'est le moyen de chasser ce qui est sulfureux, & de faire évaporer les parties malignes de ce phlogistique,

(12) 130. 200. 100. 300.

& cela

& cela d'autant mieux qu'on la fera paſſer deux ou trois fois à la calcination. Des refroidiſſements réitérés contribuent auſſi à la purification des ſoufres de la mine. Par ces différens refroidiſſements, les parties ſont dérangées de leur poſition ordinaire; elles en prennent une nouvelle; enſorte que ſi on les expoſe de nouveau au feu, les ſoufres, tant groſſiers que ſubtils, s'évaporeront par des pores nouveaux.

Si la mine eſt fort ſulfureuſe, il faut faire la cheminée du fourneau plus haute, que ſi la mine à traiter manque de ſoufres. Ayant à parcourir un grand eſpace dans un fourneau élevé, elle ne fond pas d'abord, mais eſſuie différents dégrés de chaleur; ce qui fait que dès la premiere impreſſion du feu, les ſoufres commencent à ſe diſſiper, & continuent de plus en plus juſqu'au foyer où elle fond, & où ſe réduiſant en gouttes, elle tombe dans le creuſet en forme de pluie: au lieu que ſi le fourneau étoit moins haut, cette mine ſulfureuſe tomberoit trop tôt dans le feu de fuſion, & avant que d'être dégagée de ce phlogiſtique étranger qui gâte & vicie le foyer.

Si les mines ſont fort ſulfureuſes, on met une plus grande quantité de charbons, de façon que le foyer ſemble demander plus de mines; cela fait brûler les ſoufres inutiles & nuiſibles.

D'ailleurs, un Fondeur habile doit connoître la nature de la mine qu'il va brûler, & faire en conſéquence ſon ouvrage ſuivant de certaines regles: il doit ajuſter convenablement & poſer la thuyere; lui donner l'obliquité requiſe; donner plus ou moins d'eau à la roue, c'eſt-à-dire, plus ou moins de mouvement aux ſoufflets. Connoiſſant ce que demande la qualité de la mine, il ſçaura tout diſpoſer pour obtenir du bon fer, ou du moins pour le purger, autant qu'il ſera poſſible, des corps étrangers & nuiſibles.

On n'a pas tous les jours la même quantité de fonte dans chaque fourneau. C'eſt la qualité de la mine qui donne la quantité. Les produits varient ſuivant qu'elle eſt riche ou pauvre, ſuivant qu'elle s'épure facilement ou non. Il n'eſt pas même extraordinaire qu'une mine riche donne peu de fer; ce qui arrive ſi le foyer n'eſt pas conſtruit dans les regles de l'art; ſi le vent donne trop obliquement ou trop horizontalement; ſi la cheminée ou la cavité intérieure n'eſt pas dans les dimenſions requiſes; ſi le Fondeur ne ſçait pas ſon métier, outre bien d'autres attentions qui contribuent beaucoup au plus ou moins de produit. Si le travail va bien après les douze premiers jours, on peut avoir par 24 heures neuf à dix milliers de fonte, quoique dans la plûpart des fourneaux on n'aille qu'à 7500, 6000, 4000, & même 3500 par jour. Au lieu que ſi la mine eſt pauvre, les charbons humides, la cheminée baſſe & étroite, le fourneau vieux, le fond humide, le Fondeur ignorant, ſouvent avec la même quantité de charbons, qui en 24 heures auroit fondu 7500 ou 10000 de fonte, on n'en aura guere que 1500 ou 2000.

En vingt-quatre heures on a coutume de couler deux ou trois fois, ou bien cinq fois en 48 heures. Selon la méthode ordinaire, on coule, lorſque la ſixieme charge eſt au fourneau, ou avant la ſeptieme, de façon que ſi on fait dix-huit charges en 24 heures, on coule trois fois par jour: mais ſi dans le même eſpace de temps on ne fait que quinze charges, alors on ne coule que cinq fois en 48 heures; ſi on ne fait que douze charges par jour, on coule deux fois: ce qui fait voir que l'intervalle entre les coulées vient de la qualité de la mine, qui fond plus ou moins facilement, de façon qu'entre les coulées il y a quelquefois huit heures, d'autres fois neuf, dix, même juſqu'à douze heures.

Si la mine eſt riche, le Fondeur adroit, le fond du foyer ſec, on conſomme ordinairement douze ou quatorze tonnes de charbons pour avoir cinq cens de fonte. Dans l'hypothèſe contraire, on en conſommera 24, 36, 40 tonnes, quelquefois plus.

Dans les premiers jours, on coule auſſi ſouvent que dans la ſuite, quoique le creuſet ne ſoit pas plein, & qu'il y ait peu de métal en fuſion. Alors, comme les parois ſont froids, le fer s'y attache en partie & s'y durcit, ce qui fait qu'il s'en trouve moins dans le foyer, de maniere qu'à chaque coulée on n'a guere que 500, 1000 ou 1500, de fonte.

Quand le fer eſt entiérement coulé, & qu'il ne reſte preſque rien dans le creuſet, on bouche la coulée avec de l'argile, mêlée de deux parties de ſable qui ſe vitrifie ou ſe change en une eſpece de brique au moyen de la violence du feu. Ce mélange bouche aſſez ſolidement l'ouverture de la coulée; ce qui eſt néceſſaire parce qu'elle porte le poids du fer qui la charge, à proportion de ſa hauteur dans l'ouvrage.

Dans les premiers jours, il s'attache aux parois & au fond, une eſpece de craſſe, qui s'encroute ſur les pierres: à la longue, cette croute ſe fond, de façon que le foyer s'en débarraſſe, & que le fer touche le fond. Au cinq ou ſixieme jour, le foyer commence à ſe nettoyer, mais d'abord ſuivant ſa longueur. Dans ce même temps, c'eſt-à-dire, lorſque le foyer eſt nettoyé, & que le fer touche le fond, il ſort des ſoupiraux une vapeur chaude, qui juſques-là étoit preſque froide.

Des accidents ou cas imprévus concernant la fusion.

Si le Fondeur ne travaille pas assiduement, & n'est pas aussi soigneux que prudent, il peut arriver des accidents, au point qu'avec la même quantité de charbons, on a bien moins de fer : quelquefois même il faut arrêter le fourneau. Ces accidents viennent de plusieurs causes, comme :

1°. Si on met trop de mines, ou quelles ne soient pas en raison avec le charbon, alors en se liquéfiant, la mine s'attache aux parois, & les encroute par-tout; ce qui fait périr cette chaleur & cette action, que les parois doivent réfléchir. Conséquemment, il faut dans la suite mettre moins de mines. De maniere que si dans les premiers jours on a eu 9000 de fonte par 24 heures, avec la même quantité de charbons on n'en aura pas la moitié. Ce qui fait qu'on ne doit jamais rassasier, ni en quelque façon saouler un fourneau de mine ; il la rejette ensuite, si on veut lui en donner la même quantité.

2°. Au contraire, si on ne met pas assez de mine & beaucoup de charbons, alors les parois nuds & exposés à un feu sec, se corrompent aisément. Il faut, pour ainsi dire, qu'ils soient engraissés par la mine. Il arrive aussi que la grande chaleur brise le fond de l'ouvrage, & le fer en fusion s'échappe par les ouvertures que le feu y a faites. Il se forme un nouveau fond de métal, qui est moins propre à recevoir le fer en fusion : de-là on voit qu'il faut avoir grand soin de régler la quantité nécessaire de mine & de charbon, de crainte que la quantité de l'un n'excede la quantité de l'autre.

3°. Si le fourneau est nouvellement construit, de façon que les pierres de l'intérieur n'aient point encore senti le feu ; si les mortiers d'argile sont encore humides ; alors si on expose ces murs à une trop longue durée du feu, ils se dérangent de maniere que quand on veut y faire un second ou troisieme fondage, ils refusent la quantité ordinaire de mine. C'est ce qui est cause que dans un fourneau neuf, on ne fait le premier fondage que de trois ou quatre semaines : ensuite on le laisse refoidir, & à la fin on parvient à y faire sans danger de longs fondages. Il y a cependant des endroits où l'on néglige ces précautions.

4°. Si par vétusté la cheminée est comme usée, elle ne peut souffrir beaucoup de mine ; car les pierres ne peuvent plus recevoir le dégré de chaleur qu'elles recevoient quand elles étoient neuves. Elles absorbent bien le feu ; mais elles ne le réfléchissent pas, comme elles faisoient auparavant. A la longue, les pierres deviennent plus poreuses, & plus légeres ; & plus elles sont légeres, moins est grand le dégré de feu qu'elles reçoivent. Une cheminée est excellente au trois, quatre, ou cinquiéme fondage, c'est-à-dire, quand les pierres semblent être vitrifiées, ou que les murs paroissent enduits d'une espece de verre verdâtre. Il arrive encore que quand ces murs sont vieux, il s'y forme plusieurs fentes, qui sont cause de l'inégalité de l'action du vent sur les charbons.

5°. les murs de l'intérieur, ou proche de la cavité, ne sont pas bien rejointoyés & garnis d'argile, ou s'il y a des vuides entre les pierres, alors il peut aisément arriver que la violence du feu dérange les jointures, & que pénétrant dans l'intérieur de ces murs, il déloge quelques pierres de leur place, qui dès-lors tombent dans le foyer. Quand on s'en apperçoit, & que l'on voit des pierres nâger dans le creuset, il faut finir le fondage, & n'en pas recommencer un autre que le mur ne soit rétabli.

6°. C'est encore un grand accident pour le foyer, s'il est humide, c'est-à-dire, si les eaux de dessous sont stagnantes. Je ne parlerai point ici de beaucoup d'autres inconvénients; comme si le Fondeur est ignorant, s'il s'amuse à dormir, à boire, &c.

Fin de l'œuvre de la fusion.

Dans plusieurs endroits, quand on veut finir un fondage, on met les derniers jours la même quantité de mine & de charbon. Dans d'autres, on diminue la mine les derniers jours, dans la même proportion qu'on l'a mise en commençant. Par exemple, 18, 17, 16, 14, 12, jusqu'à 4 mesures : mais c'est par-tout la coutume de jetter de la poussiere de charbon sur la derniere charge, ce qu'on fait, à ce que l'on dit, pour concentrer la chaleur en empêchant la flamme de s'échapper. Quand on a mis cette poussiere, les charbons qui en sont couverts, sont 18 à 20 heures à descendre, en se consommant jusqu'au foyer. Pendant ce temps on coule le fer deux ou trois fois, de la même maniere que nous l'avons dit.

Tandis que les charbons gagnent le fond avec la mine, il est à remarquer : 1°. Qu'au moyen de la poudre de charbon mise sur la derniere charge, il sort une si grande quantité d'étincelles de feu, que les batailles, qui sont de bois, risquent d'en être brûlées. Ce tourbillon enflammé ressemble à celui qu'un vent impétueux excite en passant sur un banc de sable, qu'il enleve & disperse dans les environs comme un nuage épais. 2°. Lorsque les charbons sont descendus au ventre du foyer, ils laissent au-dessus un grand vuide, & l'on entend un fracas, un grand bruit, tel qu'un vent violent en excite dans les bois. Le vent

fait un bruit fourd, parce que la flamme roule dans la cavité, très-échauffée, & s'échappe comme un tourbillon de feu qui fort de l'ouverture d'un volcan. C'eft ce que nous repréfente fi bien Virgile, lorfqu'il dit :

..............In vafto Æolus antro
Luctantes ventos, tempeftatefque fonoras,
Emittit............

3°. Quand le feu & les charbons font au milieu de la cheminée, la flamme s'éleve audeffus du fourneau plus haut que quand il eft plein. Elle fe montre fous plufieurs formes, mais particuliérement en gros volume, de maniere qu'on en voit qui s'échappent du goufre en ondes pures, fe raffemblent en l'air, & forment une groffe maffe; puis rompant toute liaifon avec celles qui fuivent, s'élevent & difparoiffent. C'eft ce que l'on remarque bien diftinctement pendant les ténebres. Au foleil, ou quand le jour eft ferein, on ne voit pas en entier ces volumes de flamme; mais ils fe montrent de même que ces exhalaifons, qu'en été & par la chaleur, on voit s'élever de la terre & des champs. Dans ce temps les parois paroiffent enflammés comme du fer rouge. On dit qu'alors le fourneau fouffre la plus grande action du feu, de façon que s'il y réfifte, c'eft une preuve qu'il eft bâti de pierres qui réfiftent bien au feu, lequel fe conferve deux ou trois jours dans le foyer, avant que de s'éteindre.

De l'état du fourneau quand le fondage eft fini.

ALORS la cheminée eft toute en feu; les parois font rouges de toutes parts. Enfin, quand le refte du fer en fufion eft forti, ce qui peut aller à cinq cents ou un mille, on bouche la thuyere avec de l'argile, & l'on interdit toute communication avec le vent. On continue cependant à faire marcher les foufflets pendant huit ou dix jours, pendant lequel temps le vent eft réfléchi contre les murs extérieurs du fourneau, de crainte que les foufflets, & les poutres qui affermiffent la tour, ne foient attaqués par la chaleur, qui alors pénetre les murs; de crainte encore qu'elles ne reçoivent un feu caché : tous inconvénients auxquels on obvie par le vent réfléchi qui refroidit les murs. Il eft digne de remarque que le fondage fini, & la cheminée vuide, la chaleur ne fe jette plus vers l'intérieur du fourneau comme auparavant : mais elle attaque l'intérieur des murs, & par une route contraire à celle qu'elle tenoit d'abord, elle tend à fortir par l'extérieur des murs. C'eft ce qui fait que dans quelques endroits, & après quelques jours écoulés, le mur extérieur s'échauffe de plus en plus, & que conféquemment il eft bon de le refroidir par le vent des foufflets, fans quoi les liens de bois pourroient prendre feu, & le bitume, dont les foufflets font frottés & enduits, pourroit fondre. D'ailleurs, pendant le travail, que le feu eft le plus violent, la chaleur ne pénetre pas les murs de plus d'un pied & demi ou deux pieds, ce qui eft une preuve évidente que leurs pores font ouverts du côté du feu, & tendent tous de ce côté-là : enfuite ces pores qui étoient ouverts vers l'intérieur étant bouchés, la chaleur cherche une iffue par le côté oppofé. C'eft encore ce qu'on pourroit prouver par la vapeur qui s'exhaloit des foupiraux de fer. Le fondage fini, cette vapeur paroît plus chaude que pendant le travail. On voit le foyer prendre un dégré de chaleur extraordinaire : ce qui dénote que la chaleur alors pénetre plus le fond qu'elle ne le faifoit auparavant.

On arrache la tympe de fer qui eft audevant du foyer. On en fait autant à la plaque de fonte [13] qui eft deffus, faifant ainfi une grande ouverture pour mettre le dedans du foyer à découvert. Le creufet eft rempli de mines, partie fondues, partie brûlées, formant une maffe; il paroît comblé de matieres mal digérées : fouvent le fond eft occupé par une maffe de fer de l'épaiffeur d'un demi pied. D'autres fois le foyer étant ufé & brûlé, on trouve une maffe énorme de 2500, 3500, 5 ou 6000, qui tient la place du fond & des coftieres : mais quand la mine à fondu aifément, cette maffe eft très-petite : fouvent même il n'y en a point; lorfqu'au contraire la mine fond difficilement, on en trouve une confidérable. En Suede, on appelle cette maffe *Klot* [14] : quelquefois, on en trouve deux ou trois; l'une occupe le fond, les deux autres les côtés. Ces maffes ne font pas de fer pur; mais on y remarque de la mine crue, de la pierre calcaire, de la pierre même du foyer, enfermée dans le fer : on ne peut tirer ces morceaux, qu'après les avoir foulevés avec des coins; encore faut-il des machines, & le fecours de bien du monde pour s'en débarraffer; fi ces maffes font trop confidérables, on les met proche le fourneau, & on les abandonne : car, on ne peut, ni les tranfporter dans un foyer de forge, ni les faire fondre.

Le fondage fini, fi on regarde dans l'intérieur d'un fourneau, on verra que les murs, depuis le bas, font enduits d'une efpece de matiere pierreufe, la même à peu-près dont les fcories font formées; on remarque encore, que cette croute la plus baffe eft la plus épaiffe, & fe trouve mélangée de parties de fer. Dans quelques fourneaux, les parois paroiffent encore entiers : mais les pierres font vitrifiées ou enduites d'une matiere

(13) Le Taqueret. = (14) En France, *Orniau.*

verdâtre vitrifiée ; dans les autres fourneaux, où les pierres ne résistent pas si bien au feu, on verra les murs rongés d'un & d'autre côté, & creusés sur-tout dans l'ouvrage. Car si le vent, par la position de la thuyere, a été horizontal, le mur paroît rongé au-dessus de l'ouverture de la thuyere : & si la thuyere a été trop oblique, le mur paroît rongé au-dessus de l'ouverture, qui sert de passage au fer & aux scories. Il faut encore observer, que la partie supérieure du fourneau (15) a été dilatée par la grande violence du feu; au moins, quand on a fait plusieurs fondages, cette ouverture paroît élargie, & sa circonférence aggrandie. La raison est, que les poutres qui tiennent la tour du fourneau, quittent insensiblement, & s'éloignent par le poids des murs : les pierres les plus grosses se retirent aussi de cette ouverture, ce qui, par une nécessité indispensable, élargit la bouche de ce gouffre, au point que souvent on la trouve de figure ovale.

Au-dessus du ventre ou du milieu du fourneau, le mur paroît enduit & comme teint d'une couleur rouge, & cela à la distance de trois aunes (16), depuis l'ouverture du dessus ; ce qui est une marque que les soufres les plus grossiers sont sortis de la mine, & qu'ils ont teint le mur de cette couleur. Dans cet endroit, le mur paroît encore brillant & luisant, comme s'il avoit été frotté d'huile, semblable en un mot à une pierre, qu'un courant d'eau polit continuellement, ou qu'une chûte d'eau creuse, ce qui paroît venir du flux continuel, & de l'action réunie de la flamme & du vent.

Observations touchant un fourneau ruiné.

Dans un fourneau ruiné, ou dans une partie de la maçonnerie dérangée par le feu, on voit son effet sur les pierres & sur les mortiers d'argile : si on examine l'argile qui a servi à affermir les pierres, on voit d'abord que la chaleur a sensiblement pénétré le mur de trois pieds d'épaisseur. Au bout de cette épaisseur, l'argile, qui est entre les pierres, est d'abord de couleur blanche ; en se rapprochant du feu, elle est d'un jaune clair, mais friable, & pouvant aisément s'écraser entre les doigts; proche de l'intérieur, l'argile est de couleur brune, comme de la brique, & lui ressemblant entiérement ; plus proche encore de l'intérieur, elle est d'un jaune foncé : le feu l'a beaucoup durcie; elle est onctueuse & douce, comme si elle avoit été enduite d'huile, ce qui annonce le commencement de la vitrification ; de-là, elle est d'une couleur obscure, tirant sur un bleu obscur : enfin, elle se change en une espece de verre ; alors elle prend des nuances de verd : mais proche l'intérieur, elle est jaune ; ensuite elle blanchit, & brille comme de la porcelaine ou argile des Indes : le sable & la pierre, enfermés dans l'argile, sont d'une couleur très-blanche, quoique l'argile soit bleue, d'un jaune clair, rouge, & d'un jaune foncé.

Pour ce qui regarde les couleurs que l'argile prend, eu égard à sa distance du feu, celle du contour intérieur de la cheminée est blanchâtre, ensuite rousse ; à la distance de deux doigts, elle est bleue ; à trois ou quatre doigts, la couleur s'obscurcit, & passe au bleu obscur ; à cinq ou six doigts, elle est brune ; l'argile paroît onctueuse ; c'est-là que finit la vitrification : à la distance de neuf doigts, elle est comme la brique ; en avançant dans la profondeur du mur, le rouge de la brique pâlit, & l'argile blanchit de plus en plus, jusqu'à la distance où elle est friable, & s'écrase aisément en la frottant entre les doigts.

La pierre, dont les parois sont bâtis, a pris une couleur rouge, & d'autant plus rouge, qu'elle est plus proche du feu ou de la cavité. Si on casse ces pierres, on voit une espece de conduit poreux, allant de la cavité directement dans leur intérieur ; ce conduit est formé par la chaleur & le feu, qui coulent horizontalement : ces pierres, une fois arrachées du mur & exposées à l'air, ou jettées à l'eau, tombent en poussiere.

La pierre change aussi de couleur dans les murs ; d'abord, elle est comme vitrifiée, mais le verre paroît troué en plusieurs endroits ; à la distance d'un demi-pouce ou d'un pouce, elle tire sur le verd : enfin elle rougit, comme on l'a dit ci-devant.

On peut aussi voir des changements de couleur dans les scories. Si on plonge un ringard froid dans le foyer, rempli de métal en bain, & qu'on le retire, il est environné tout autour de scories : celles qui sont les plus proches du fer, ressemblent dans l'épaisseur de quelques lignes à un verre pur & très-transparent. A mesure qu'elles s'éloignent du ringard, elles sont vertes, bleues, ou d'une autre couleur, suivant la nature de la mine : mais si le ringard, qu'on plonge, a été préalablement chauffé, on ne retire point de scories vitrifiées.

Quelquefois aussi il part des scories des étincelles très-brillantes, qui ne sont autre chose que du fer. Dans cet endroit, la masse des scories s'enfle & se crevasse : elle bout un peu, & c'est par un bouillon que s'échappent ces étincelles. Si on les ramasse, on verra que c'est du fer pur : mais aussi-tôt qu'on bouche ces crevasses des scories, en y mettant quelque matiere froide, alors le fer, qui produisoit ces étincelles, se rassemble dans une espece d'endroit creux & arrondi, sous la forme d'une boule plus ou moins grosse : on

(15) Le Gueulard. = (16) 5. pieds.

on peut retirer ces globules de ſcories, en les pilant, comme on fait en quelques endroits.

Enumération des Fourneaux & des Forges en Suede (17).

DANS le territoire de *Koperſberg* & ſes dépendances, il y a 79 fourneaux & 47 forges.

Dans la province de *Weſtmanie*, 57 fourneaux & 78 forges.

Dans le diſtrict d'*Orebro*, on compte 177 fourneaux & 165 forges.

Dans la province d'*Uplande* & dans la *Roſlagie*, il y a 24 fourneaux & 18 forges.

Dans la *Geſtricie* & l'*Helſingland*, 6 fourneaux (18) & 54 forges.

En *Sodermanie*, 2 fourneaux, ſans compter pluſieurs autres qu'on ne nomme point, & 23 forges.

Enfin, dans la province d'*Oſtrogothie*, il y a 17 fourneaux & 24 forges.

De toutes ces forges, il y en a beaucoup qui ont 3, 4 & juſqu'à 10 feux. Le nombre des fourneaux & des forges ſeroit bien plus grand, que celui détaillé ci-deſſus, ſi on faiſoit mention de toutes les uſines à fer, qui ſont dans les diſtricts de Jonckop, Calmar, Cronébourg, dans la Smalande & dans la Bothnie occidentale & orientale, c'eſt-à-dire, la Lapponie & la Finlande : mais nous allons paſſer à des choſes de plus grande importance.

Argent natif trouvé en 1726 dans la mine de fer de Noormark en Wermlande, & des obſervations faites tant ſur cet argent que ſur l'argile qui lui ſervoit de matrice.

JE ne crois pas qu'il ſoit hors de propos, ni m'éloigner de mon objet, de joindre ici l'hiſtoire & les obſervations qu'on a faites ſur de l'argent natif, trouvé dans la miniere de Noormark, & tiré de la mine pure de fer. Cette richeſſe étoit cachée dans le fer, comme un enfant dans le ſein de ſa mere ; & après y avoir été long-temps nourrie, on l'en a tirée en 1726. Les annales nous apprennent qu'il y a 70 ou 80 ans, on vit quelque choſe de ſemblable. Il y avoit une eſpece de couche qui traverſoit la miniere & la diviſoit en deux parties de l'orient à l'occident : cette miniere a pluſieurs puits & galleries. C'eſt dans celle qu'en Suédois on nommoit *Brattfors-Grufwan*, qu'étoit la matrice de cette veine précieuſe. La matiere de la couche qui diviſoit la miniere, étoit une eſpece d'argile graſſe de la largeur d'un quart, & quelquefois d'une demi-aune (19). Cette couche cependant n'étoit pas entiérement d'argile de la même eſpece, c'eſt-à-dire, de celle qui contenoit de l'argent : on en trouvoit de la groſſiere jaunâtre, comme il y en a beaucoup. A ſa jonction avec la mine de fer, cette argile avoit des deux côtés la dureté d'une pierre : on découvroit auſſi très-facilement dans cette argile groſſiere des glandes ou noyaux, de l'eſpece fine & ſubtile, de couleur bleue obſcure, quelquefois jaunâtre, facile à diſtinguer par la couleur & par ſes autres qualités. Dans ces glandes d'argile, on voyoit une eſpece de ſpath brillant, jaunâtre, de contexture réguliere ; on découvroit auſſi de l'argent natif, en aſſez grande quantité, tant dans les grains, auſſi fins que le ſable, que dans des morceaux plus gros ; ces parcelles d'argent avoient toutes ſortes de figures ; les unes ſe terminoient en pointes & en aiguilles, ou par des filets tortueux embraſſoient l'argile ; d'autres en grains, comme des pois ou des féves, formoient une maſſe iſolée ; toutes ainſi par différentes formes, ſembloient ſe jouer dans leur matrice, comme le fait ordinairement l'argent natif : j'en ai vû un morceau qui peſoit ſept onces & demie, d'autres trois, cinq & ſix onces. Cette argile ſubtile & bolaire brilloit de grains d'argent ; en la frottant contre une pierre ou une meule, elle acquéroit la couleur d'un argent très-pur ; regardée au microſcope, elle reſſembloit à un ſable d'argent; elle étoit très-peſante ; paſſée à la coupelle, elle rendoit trente-huit marcs & demi, ou ſoixante & dix-ſept livres par quintal : cette veine n'eut pas de ſuite ; au bout de quelques mois, elle diſparut entiérement; à meſure que l'on approfondiſſoit, le filon alloit toujours en diminuant de volume, & ſe perdit enfin totalement au mois d'Août 1727 : depuis ce temps, & quoiqu'on ait creuſé à la profonfondeur de huit ou neuf aunes (20), on n'a pu retrouver ni la couche, ni aucun veſtige d'argent. Cependant aux deux extrémités, c'eſt-à-dire, à l'orient & à l'occident de cette miniere, il y a un rameau d'un quart ou un cinquieme d'aune (21), qui, au lieu de cette argile douce, tenant argent & mêlée de ſpath brillant, eſt compoſé d'argile dure & groſſiere, ainſi qu'on l'a éprouvé & qu'on l'éprouve tous les jours. Aux deux extrémités où cette couche argileuſe diviſe la roche, il n'y a point de mine de fer, ce qui porte à croire qu'on n'a trouvé de l'argent que lorſqu'il ſe trouvoit entrelaſſé avec le fer ; on a auſſi trouvé dans cette argile une eſpece de mine de fer, réduite en pouſſiere, auſſi fine que de la farine : à l'eſſai, la mine de fer, voiſine de cette couche d'argile, n'a jamais donné le plus petit grain d'argent.

(17) On ſupprime ici le détail des noms, qui dans cette traduction, ſeroit auſſi ennuyeux qu'il eſt inutile.

(18) Swedemborg ajoute qu'il y en a encore pluſieurs autres ſans les dénommer.

(19) 5. pouces, 10. pouces.

(20) 13. pieds $\frac{1}{4}$, 15. pieds. = (21) 5. & 4. pouces.

Au reste, on sçait qu'en Suede on a trouvé, dans plusieurs minieres de fer, des traces d'argent. Il y a déja plusieurs années, que dans la mine de Dannemore en Roslagie, on a remarqué une espece de veine d'argent; dans celles d'Uthoé & de Singoé, il y a des filons qui tiennent argent, mais qui sont détériorés & viciés par la grande quantité de fer; l'essai a prouvé aussi qu'il y a de l'argent dans la mine de Grengiesberg; on rapporte encore, qu'autrefois on a trouvé des particules d'argent natif dans la miniere de Bisberg; en Norvége, d'où l'on tire tous les ans une si grande quantité d'argent natif, on voit une espece de fer, réduite en ochre, suivre, & couvrir les endroits qui sont fertiles en argent; ce qui sert à prouver que le fer & l'argent s'allient & se joignent très-étroitement. Dans un filon, on distingue aisémenr deux ou trois rameaux de nature différente; deux rameaux paralleles, l'un tenant argent & l'autre fer, couleront également sans se quitter; là, on trouvera une espece de mine d'argent, renfermée dans une couche épaisse de fer: ici, le fer & l'argent auront entrelassé leurs veines & leurs fibres, au point qu'il n'y aura que l'action du feu qui puisse les dégager.

Voici les essais chymiques auxquels le Docteur Brandt a soumis cette argile douce, subtile, bleuâtre, & tenant argent, dans le Laboratoire du Collége Métallurgique de Stockholm.

On a mis douze onces de cette argile dans une petite rétorte de terre. Le récipient ajusté, les jointures lutées, on a donné le feu; lorsque la rétorte a commencé à rougir, on a vû monter une espece de liqueur, sans qu'il y eût encore de vapeurs arsénicales: mais lorsque la rétorte a été entiérement rouge, une fumée arsénicale s'est montrée pendant quelques heures. Le feu ôté & le tout refroidi, on a vû distinctement des grains d'argent, aussi fins que des pointes d'aiguilles: l'argile brûlée étoit de couleur brune, friable, aisée à réduire en poussiere très-subtile, sans avoir pû la vitrifier, ni la fondre en une masse, par le feu de fusion qu'on lui a fait essuyer.

Pour s'assurer si l'on avoit chassé toutes les parties arsénicales, on a fondu cette argile au fourneau d'essais, même sous la moufle, partie seule, partie avec du plomb, elle n'a pas fourni le moindre indice d'arsenic.

Les douze onces d'argile mises dans la rétorte après la distillation, pesoient avec l'argent neuf onces & un huitieme d'once. La liqueur qui étoit montée, pesoit un seizieme d'once, & l'arsenic une once & onze seiziemes: le total du poids étoit diminué de deux onces & demie.

La liqueur blanchissoit à l'esprit de nitre, & se précipitoit avec les alcalis.

L'arsenic étoit de couleur de cendres, ou grise, mais impur, ressemblant assez à l'arsenic ordinaire: il étoit soluble dans quelques menstrues acides, tels que l'esprit de sel & l'eau régale.

On a essayé de découvrir si cette argile, née, pour ainsi dire, dans le fer, n'en receloit point quelques particules. Mise en poussiere, l'aimant n'en a point attiré, soit qu'il n'y en eût point, soit que le fer réduit en safran & en rouille, ne lui donnât plus de prise: quelques procédés qu'on ait mis en œuvre, on n'a pû tirer aucune espece de vitriol de cette argile ainsi calcinée.

L'esprit de vinaigre, connu pour dissoudre le fer & le zinc, versé sur cette argile, n'en a reçu aucune teinture: mais de ce que cet esprit dissolvoit quelques-unes de ces parties, on a conclu qu'en y ajoutant de l'huile de tartre par défaillance, il se précipiteroit une espece de poussiere, qui n'étoit qu'une matiere terrestre, que le vinaigre dissout & corrode ordinairement jusqu'à un certain point.

L'eau régale avoit plus d'action sur cette argile que le vinaigre; la couleur en étoit changée; l'huile de tartre par défaillance, lui donnoit une couleur verte & faisoit précipiter une espece de chaux, de couleur brune; on a aussi essayé de découvrir si cette chaux avoit quelques particules métalliques: mais on n'en a pas découvert le moindre vestige.

On a mis deux quintaux, poids d'essai, de cette argile ainsi brûlée dans deux creusets, un quintal dans chacun, avec du sel de tartre pur & bien calciné pour fondant. Quand la matiere a été fondue, chaque creuset a donné un grain de métal pesant cinquante-neuf livres; ce qui est de plus singulier, c'est que chaque grain paroissoit divisé, comme s'il avoit été de deux métaux différents: une partie montroit de l'argent pur, & l'autre du bismuth. Les deux matieres qui formoient ce régule extraordinaire, n'étoient pas confondues, comme il arrive ordinairement quand on fond ensemble deux métaux différents, mais étoient visiblement distinguées & appliquées l'une à l'autre, chacune formant une section du globule: il ne falloit qu'un coup léger, pour séparer l'argent du bismuth. Le grain de ce dernier pesoit 22 marcs; il se mettoit aisément en fusion, par le moyen de cendres gravelées; le poids de l'argent étoit de 96 marcs, qui, passés à la coupelle, donnoient 94 marcs & 2 onces d'argent purifié, ne rendant aucune fumée alcaline; en diminuant le grain de plomb, il restoit 77 marcs & 7 onces $\frac{5}{16}$ d'un argent très-pur: de façon que, suivant cet essai, ce quintal d'argile contenoit 77 marcs 7 onces & $\frac{5}{16}$ ou 38 livres & demie d'argent.

On a ensuite essayé le résidu de l'argile, impregné du sel alcali qui avoit servi de fondant : on l'a mis dans une quantité d'eau qui s'est chargée du sel dont on a débarrassé l'argile en décantant & réitérant : l'argile séchée pesoit 41 livres, ou l'excédent des 59 livres du quintal fourni pour l'essai ; cette argile ainsi purifiée par l'eau, éprouvée à l'aimant, n'a donné aucun indice qu'elle contînt du fer : quant au bismuth mis en poudre, l'aimant a fait voir qu'il en contenoit quelques parcelles.

Cette portion de bismuth méritant d'être examinée, voici les essais qu'on en a faits : il se dissolvoit entiérement dans l'eau-forte ; la solution étoit verte ; elle devenoit laiteuse par l'addition de l'huile de tartre, & il se précipitoit en même-temps une chaux blanche, qui, ensuite passoit à la couleur jaune : à l'eau pure seule, cette solution blanchissoit, & il s'en précipitoit une chaux blanche.

L'eau régale dissolvoit encore entiérement ce bismuth. La dissolution verdissoit comme celle du cuivre, avec cette différence cependant que la dissolution du cuivre, par l'eau régale, prend une couleur bleue par l'addition de l'huile de tartre, au lieu que cette huile ne change rien à la dissolution du bismuth : l'eau pure n'y fait non plus aucun changement, & ne précipite point de chaux.

L'esprit de vinaigre n'a pu dissoudre ce bismuth étranger : on a cependant remarqué qu'il en a détaché quelques petits filets très-déliés, parce qu'en y ajoutant de l'huile de tartre, il s'en précipite quelque chose, comme il arrive au bismuth ordinaire, lorsqu'après l'avoir fait dissoudre dans de l'esprit de vinaigre un peu échauffé, ou en fermentation, on y verse de l'huile de tartre.

Ce bismut n'étoit nullement rongé par l'esprit de sel armoniac, qui n'en recevoit qu'une teinture bleue, couleur que le cuivre lui donne ordinairement.

Ce grain de bismuth a fondu seul dans un creuset ; mais il a fallu un dégré de feu très-violent ; il n'a répandu aucune fumée : ce qui est bien différent du bismuth ordinaire, qui fond aisément, & presque à tous les dégrés de feu, jettant beaucoup de fumée.

On a fait un autre essai de ce bismuth extraordinaire, afin de pouvoir constater par plusieurs expériences, la différence de sa nature avec celle du bismuth ordinaire. Pour cela, on l'a mis dans un creuset avec deux parties de cendres gravelées, & deux partie de caillou ; sur ce creuset on en a renversé un autre. On a lutté les jointures. Après la fusion, les creusets séparés, on a trouvé autour des parois des scories de couleur bleue, qui y étoient adhérentes.

De-là, & de ce que nous avons dit, on peut conclure que ce nouveau bismuth differe de l'ordinaire ; en ce qu'il donne des scories bleues ; qu'il est fragile ; que le marteau le réduit aisément en poussiere ; qu'on le fond, & le met en bain avec peine ; qu'il ne donne point de fumée pendant que le bismuth ordinaire donne des scories jaunes ; qu'il résiste au marteau ; qu'il fond à un médiocre dégré de chaleur ; qu'étant fondu il donne de la fumée.

La solution du bismuth ordinaire par l'eau-forte, ou l'eau régale, n'est point verte : mais par l'addition de l'eau pure, elle devient laiteuse, & il se précipite une chaux blanche, au lieu que la solution par l'eau-forte de cette espece nouvelle de bismuth, est verte, & que l'addition de l'eau n'en précipite rien. Le bismuth ordinaire dans l'esprit de sel ammoniac ne change point de couleur, comme il arrive à celui que fournit la mine de Noormark.

Malgré toutes ces différences, jusqu'ici cependant plusieurs indices, comme les scories bleuâtres & autres, montrent qu'il faut regarder cette matiere nouvelle comme une espece de bismuth, vitrifié par le fer.

§. II.

Des Forges, de leurs foyers, de la liquation & affinage de la fonte, & de l'extension du fer sous le marteau en Suede.

Nous avons parlé de la mine de fer, de sa préparation, & de la maniere la plus ordinaire de la fondre en Suede. Il s'agit maintenant de décrire la façon d'affiner la fonte à la forge, & d'étendre le fer sous le marteau. La maniere de refondre & de rendre le fer de fonte pur & malléable, n'est pas la même dans toutes les provinces de la Suede, où l'on travaille ce métal : mais cette différence n'est pas assez grande, pour mériter qu'on les décrive toutes séparément. Nous ferons cependant une exception en faveur de la méthode usitée en Roslagie, qui est fort différente des autres. Celles-là s'appellent *travail à l'Allemande*, en Suédois, *Tysca smidet*. L'autre, c'est-à-dire, celle de Roslagie, se nomme *travail à la Françoise*, en Suédois, *Francisca smidet*. Nous expliquerons ci-après & séparément cette derniere méthode, quand il en sera temps.

L'intérieur du bâtiment ou de la forge, qui renferme les cheminées, les soufflets, les foyers, les marteaux, les enclumes, c'est-à-dire, toutes les machines pyrotechniques, pneumatiques, & hydrauliques, n'est pas partout de la même dimension. On le fait plus ou moins étendu, suivant les circonstances du local. On choisit ordinairement un endroit spacieux. S'il y a des inégalités, on l'unit pour se procurer une place d'une grande

étendue : plus elle sera grande, mieux elle sera, sur-tout si l'on veut y placer deux ou trois cheminées. Chaque Ouvrier sera plus à son aise pour son travail, remuer, voiturer & battre les loupes, allonger le fer sous le marteau, ainsi que nous le dirons.

Les cheminées, qu'en Suede on nomme *Hœrd* & qu'Agricola appelle *fourneau*, *fornax*, ne sont pas non plus par-tout de la même dimension ; mais elles sont plus grandes ou plus petites, suivant que le permet la place qu'on est obligé de choisir proche d'un courant d'eau ; ce qui fait qu'on ne peut donner aucune regle ni raison des différentes dimensions que l'on observe. Car j'ai vû des cheminées (nom que nous leur donnerons) assez grandes, & d'autres très-petites. La mesure ordinaire est de leur donner quatre aunes de longueur (1), & trois & demie de largeur (2). Les cheminées en usage aujourd'hui, sont ouvertes de deux côtés, de façon qu'en se baissant, l'Ouvrier peut y entrer. Des deux autres côtés, il n'y a pas d'ouverture, & l'un & l'autre sont fermés par un mur de grosses pierres. La cheminée étant ouverte de deux côtés, on met à un de ses angles un pilier soit de bois, soit de fer, ou bien on le fait avec de grosses pierres de roche taillées. Dans la plus grande partie des forges, on y emploie des enclumes & des marteaux hors de service, de crainte que cet angle, qui porte presque tout le poids de la cheminée, ne culbute. On en fait de même à l'autre angle où commence le mur de pierres de roche : pour le fortifier, on emploie encore de vieilles enclumes, & des marteaux cassés. Sur ces deux piliers & les murs de côté, on éleve la cheminée quadrangulairement. Elle passe à travers la couverture du toît de la forge, & se termine en une ouverture assez grande pour donner une libre issue aux fumées & aux étincelles, ce qui est cause qu'en montant, la cheminée va toujours en se rétrécissant, & au-dessus du toît, ressemble au tuyau quarré d'une cheminée ordinaire. La grande ouverture du devant, où se tient l'Ouvrier, & par laquelle il remue & travaille la fonte qui doit être affinée, est ordinairement basse, sinon on y met une lame de fer ou de bois, pour, par cette espece de défense, garantir le visage de l'Ouvrier de la grande ardeur du feu, & de la vibration continuelle de la flamme. Au mur de derriere, on laisse une ouverture quarrée d'une demi-aune de largeur (3), pour passer les barres de fer cassées, que l'on veut souder ensemble, parce qu'il faut mettre à la grande chaleur & au milieu du feu, les bandes qu'on veut rejoindre & souder, avant que de les porter sous le marteau qui les réunit. Aujourd'hui il y a bien des cheminées, où l'on ne laisse point de pareilles ouvertures.

On peut juger combien une spacieuse & grande cheminée est préférable à une petite, en ce que dans une grande on peut avoir une place pour les charbons entiers, une autre pour les menus charbons, & une troisiéme pour les poussieres de charbons. D'ailleurs l'Ouvrier qui a les poumons échauffés par l'ardeur du feu, a plus de facilité de respirer, quand il en est un peu éloigné. Il a aussi plus d'espace pour remuer & étendre ses bras, que le travail l'oblige de laisser nuds.

Mais la figure d'une cheminée sera plus sensible qu'une description : voici une cheminée, accompagnée de soufflets & de leurs équipages. *A* est la cheminée, & son foyer bâti de briques. *BB* des liens de bois attachés ensemble aux angles pour soutenir la cheminée, & empêcher qu'elle ne fende. On voit les deux côtés de la cheminée, ouverts comme on l'a dit. *C* est le mur de derriere ; dans lequel on laisse une ouverture quadrangulaire. *H* sont des anciennes enclumes ou marteaux servant de piliers. *Z* est un vieux marteau, dont l'œil ou le trou de l'emmanchure sert de conduit aux scories qui sortent du foyer. On profite aussi de cette ouverture pour soulever avec des coins, le fer qui s'attache aux parois du creuset. *G* est un bois creusé, ou une auge (4), pour recevoir de l'eau. Cette eau puisée par un seau, ou une sebille *H* (écuelle à mouiller), se jette sur le fer, quand il est trop ardent. On jette encore dans ce basche, les scories qu'on veut pulvériser : on s'en sert aussi pour rafraîchir les ringards. Dans chaque forge, il y a ordinairement deux de ces cheminées, & dans quelques-unes jusqu'à trois, ce qui est très-rare. Il y en a même beaucoup dans lesquelles il n'y en a qu'une. Un marteau avec son enclume suffit pour forger le fer, qu'on peut faire dans deux cheminées. La planche au-dessous de celle ci-dessus représente le dehors d'une forge. *F* & *E* sont deux maisonnettes ou petits bâtimens qui enferment les machines & les roues que l'eau fait mouvoir. *MKY* sont les palles, qui étant levées, ouvrent le passage à l'eau, qui tombe sur les roues. *CC* est un long conduit de bois, qui du réservoir mene l'eau vers les roues. *DD* sont les tuyaux des cheminées par lesquelles la flamme & les étincelles s'évaporent.

Autrefois il n'y avoit rien de si simple que la construction d'une cheminée de forge. On trouve encore aujourd'hui cette simplicité dans celles dont le Maître est pauvre. La cheminée étoit entiérement ouverte de trois côtés. Il n'y avoit autre chose qu'une aire très-grande avec le foyer : seulement du

(1) 1. pied = (2) 6. pieds un pouce. = (3) 9. pouces. = Le Basche.

côté

côtés des soufflets, il y avoit un mur en briques, ou de grosses pierres de roche de la hauteur de trois aunes (5), au moyen duquel les soufflets étoient garantis du feu, auquel la poix dont on les enduit, les expose; de façon que la cheminée étoit comme à nud & à découvert. Il y avoit simplement un trou dans le toît pour passer les fumées; ce qui étoit cause que souvent la fumée se trouvant chargée de feu & d'étincelles, le feu prenoit à la charpente pour peu qu'elle fût vieille. Il prenoit aussi au toît qui étoit extrêmement sec, ou à la clôture de l'attelier qui étoit de bois tout enfumés, &, pour ainsi dire, cuits par la chaleur. Si pendant son travail, l'Ouvrier n'avoit pas toujours l'œil sur ces parties, & s'il n'avoit pas soin d'y jetter continuellement de l'eau, la maison & l'attelier étoient bientôt consumés, comme on n'en a que trop vû d'exemples. Dans quelques endroits, il y a des cheminées qui ne sont formées que de deux parois de briques; mais le dessus est très-ouvert, & les étincelles s'échappent par une ouverture faite au toît. Voilà la simplicité des cheminées d'autrefois, & telles qu'Agricola les a décrites & dessinées : mais, devenus plus habiles avec le temps, nous avons appris à les construire mieux & d'un meilleur usage.

Je ferois ici mention d'une cheminée de forge, bâtie à Stiernsund par le Seigneur Polhémius. Le dessus étoit couvert d'un double arc, ou voûte; on avoit seulement laissé à un des angles une ouverture pour le passage des fumées. Mais comme l'Auteur, qui est très-expérimenté, ne m'a pas paru faire grand cas de cette invention, j'en surseoirai quant à présent la description.

Construction d'un foyer de forge.

On appelle *foyer de forge*, un endroit pratiqué dans l'aire de la cheminée pour recevoir le fer, ou bien l'endroit dans lequel s'opere la cuisson ou la liquation du fer crud : quelques-uns l'appellent *Catinus*, *tigillum*, en Suede *hœrd* (6). Au reste, quelque nom qu'on lui donne, il suffit de sçavoir que par *foyer de forge*, on entend un lieu dans l'aire de la cheminée, arrangé avec des plaques de fer, pour recuire le fer crud.

Pour placer la fondation, & le fond d'une cheminée de forge, il faut, de même que pour un fourneau à fondre la mine, choisir un endroit sec; car, si la terre de dessous est humide & rafraîchie par des voies cachées d'eau, qui se glissent & pénétrent à travers, l'eau s'insinue aisément sous le foyer, & par les interstices qui s'y trouvent, même par les pores ouverts par la chaleur, l'humidité perce jusqu'au feu, en diminue la chaleur, & par une certaine fraîcheur l'énerve & l'engourdit. De-là, on doit conclure qu'il faut que le terrein, sous le foyer, soit privé & exempt de toute humidité. Mais pour plus grande sûreté, on fait dessous une espece de fosse, comme sous les fonds d'un fourneau de fusion : à cette fosse, on ajuste un syphon de fer, pour évaporer la vapeur : par ce moyen, on empêche l'eau qui croupit, d'attaquer & de briser la contexture & les fibres de la pierre du fond : on tourne le tuyau d'évaporation du côté des soufflets, ou sur le devant.

A *Stiernsund*, l'aire de la cheminée & du foyer est établie sur une voûte qui tient tout l'espace. L'eau s'évapore librement par un des côtés de cette voûte, qui est ouvert : ce qui fait que ce foyer, privé de toute humidité, est très-propre à la liquation.

Dans plusieurs endroits, où le sol est très-sec & en état d'absorber toute l'humidité, on ne fait point de pareille fosse; si le fond du foyer est humide, la liquation est difficile; le fer est comme infusible; on ne peut le séparer des scories, & autres corps qui le vicient; une grande partie se change en scories; les charbons n'agissent pas avec la même force & la même action; on brûle inutilement beaucoup de fer & de charbon : enfin cela rend le fer non fusible & réfractaire.

Sur la fosse, on met une grande pierre; & sur cette pierre, on forme l'aire de la cheminée : ensuite on ferme le foyer du côté des soufflets, par un mur de grosses pierres, comme le dit Agricola. Ce foyer, ou ce creuset, dans lequel on fait la purification du fer crud, est d'une figure presque quadrangulaire, consistant en un fond & des côtés, qui doivent être de fer de fonte, & non de fer forgé. Trois plaques de fonte forment trois côtés, un autre fait le fond. Celle-ci est épaisse de quatre doigts, longue d'une aune (7) & deux doigts, sur une aune de largeur; son poids est d'environ 800 : chaque plaque des côtés est longue d'une aune deux doigts, large de quatorze doigts, & épaisse de trois ou quatre.

Pour placer la plaque du fond sur la pierre fondamentale, on met d'abord du charbon pulvérisé, & des scories en poudre; là-dessus on pose la plaque du fond, dont on vient de donner les dimensions; ensuite, on éleve autour du fond les trois plaques qui forment les côtés, & le ferment dans ces trois parties; on tient droites deux de ces plaques, & on les affermit en les garnissant par derriere, de poudre de charbon, que l'on bat fortement entre le mur & la plaque, de crainte que l'humdité ne perce jusqu'à elles, & par-

(5) 5. pieds 3. pouces. = (6) En France, *Foyer*, *Creuset*, *Ouvrage*. = (7) Un pied 9. pouces.

là ne refroidiſſe l'ardeur du foyer ; un des côtés eſt, comme nous l'avons dit, fermé par un mur intermédiaire, entre le foyer & les ſoufflets : c'eſt celui ſur lequel on poſe la thuyere, qui reçoit les buzes des ſoufflets, comme nous le dirons. C'eſt-là, ſous la thuyere, qu'on met la troiſieme plaque de fonte, qui doit être auſſi toute droite. Pour ce qui regarde le devant, on n'y met point de plaque de fonte ; on y place ſimplement un vieux marteau hors de ſervice, qui ferme le quatrieme côté du foyer ; l'œil du marteau ſert de paſſage aux ſcories qui doivent ſortir du foyer, depuis ce marteau juſqu'au derriere (8), il y a ordinairement trois pieds à trois pieds & demi de diſtance ; de la thuyere à ſon côté oppoſé (9), il n'y a que deux pieds & deux doigts. Si la plaque qui ſert de fond, n'étoit pas aſſez grande pour remplir entiérement l'eſpace qui lui eſt deſtiné, comme il faut que les dimenſions ſoient exactement ſuivies, on éloigneroit un peu de ſes bords, les plaques qui ferment les côtés : la dimenſion du fond donnée, on connoît l'étendue du foyer, qui eſt dans la même proportion, & qui conſéquemment a une aune deux doigts de longueur, une de largeur, & douze ou quarorze doigts de hauteur.

Ceux qui exercent cette profeſſion, ont grand ſoin de donner exactement au foyer ces meſures : mais ils portent ſur-tout le plus d'attention à donner à la thuyere, qui reçoit les buzes des ſoufflets, l'obliquité & la poſition néceſſaire. Cette poſition doit cependant varier ſuivant la qualité du foyer & la nature du fer : mais voyez ce que nous allons dire de la thuyere & du vent.

De la Thuyere, des Buzes & du Vent.

La thuyere eſt de cuivre, d'une figure hyperbolique, & finiſſant en un orifice demi-circulaire ; elle eſt faite d'une lame de cuivre battu, très-épaiſſe ; on la place ſur le mur dont nous avons parlé, afin que recevant les buzes des ſoufflets, le foyer reçoive le vent par une ſeule ouverture, & afin que le vent, ainſi concentré, ait plus d'action ſur le fer liquéfié, & ſur celui qui eſt à liquéfier, comme auſſi pour obvier à ce que le vent, comme s'il étoit las & fatigué, n'arrive ſans force au foyer, & que dès ſon entrée il ne ſoit comme mourant : par le moyen de la thuyere, qui eſt placée fort avant dans le creuſet, le vent entre avec force, & le pénetre en entier avec activité. La plus grande dimenſion de la thuyere doit être de huit parties ; la plus grande largeur de ſix & un tiers, & la moindre de trois & un quart. La lettre *Y* repréſente l'orifice d'une thuyere, faite ſur ces dimenſions, quoique dans tous les atteliers cet orifice ne ſoit pas le même, parce que différentes eſpeces de fer demandent quelques changements. Il ne faut placer les buzes des ſoufflets, ni trop avant dans la thuyere, ni trop loin de ſon extrémité qui eſt dans le foyer, mais à une certaine diſtance mitoyenne, autrement le vent eſt pouſſé avec trop ou trop peu de force, ou bien il s'échappe par des angles trop obtus ou trop aigus. Du bout des buzes à l'extrémité de la thuyere, il reſte ordinairement un demi-pied : on donne aux buzes la même obliquité qu'à la thuyere.

On pouſſe la thuyere au-delà du mur, pour qu'elle entre dans le foyer. Les uns l'avancent plus, les autres moins, ſuivant qu'on le leur a montré, mais ſur-tout ſuivant la qualité du foyer & du fer. Depuis le mur, la thuyere eſt ordinairement avancée d'un demi-pied.

Pour ce qui regarde ſa direction, on ne doit point la placer horizontalement ; alors le vent iroit contre le fer, qui eſt de l'autre côté : il faut un peu la baiſſer vers le fond. C'eſt une grande habileté dans un Ouvrier, de ſçavoir donner à la thuyere l'obliquité convenable, ou de lui faire décrire exactement l'angle preſcrit par les regles. Ordinairement, on la diſpoſe de façon que le vent aille frapper la jonction du côté oppoſé avec le fond, c'eſt-à-dire, que le vent, paſſant à travers le vuide du foyer, aille frapper la partie du fond la plus éloignée & la plus baſſe du contre-vent, donnant ainſi entre ces deux plaques de fonte, dans l'endroit où elles ſe joignent. D'autres la baiſſent au point, qu'au lieu de toucher l'endroit où le fond & le contre-vent ſe touchent, le vent balaie le fond. D'autres, au contraire l'élevent de façon que le vent ne donne ſur le fond en aucun endroit, mais ſimplement ſur le côté oppoſé à la thuyere. Comme ces différentes méthodes ont chacune leur cauſe, nous les examinerons ci-après.

La baſe de la petite ouverture de la thuyere, ou le diametre inférieur du demi-cercle *PQ*, ne doit point être horizontale, mais un peu oblique : il y a cependant le plus ou le moins, ſuivant la qualité du fer. Pour l'ordinaire, il faut que l'orifice de la thuyere, quittant la ligne horizontale, ou la ligne parallele au fond, baiſſe un peu ſur ce fond, de façon qu'en regardant par la thuyere, il faille tourner les yeux obliquement pour voir le fond.

La thuyere ne doit point regarder le milieu du foyer, c'eſt-à-dire, que le vent qui en ſort, ne doit point partager le foyer en deux parties égales ; elle ne doit pas non plus être poſée au milieu de ſon parois (10) : mais elle

(8) Du devant à l'aire. == (9) De la Varme au coutrevent. == (10) La Varme.

doit être placée de maniere que le vent qui en sort, au lieu de paſſer par la ligne du centre du foyer, s'en éloigne & paſſe derriere, en tirant ſur le côté oppoſé au devant (11). Pour cela, il faut que la plaque de fonte (12) qui porte la thuyere, ſoit diviſée en trois parties égales: la thuyere ſera poſée à la ſeconde diviſion, enſorte que du marteau qui ferme le devant, elle ſera éloignée de deux parties, & d'une ſeulement du parois oppoſé.

On laiſſe dans le mur des ſoufflets, une ouverture quarrée pour paſſer la thuyere, que nous avons dit être faite d'une feuille de cuivre bien battue & bien ſoudée. On la place ſur la plaque de fonte (13) adoſſée à ce mur; & ſur la thuyere, ainſi poſée, on met une feuille de fer: enſuite avec de l'argile, on joint la thuyere au mur, afin qu'elle ne puiſſe remuer, ni être dérangée. Outre cela, on attache avec des cloux un morceau de fer, dont un bout entre dans le vuide de la thuyere, à ſa partie poſtérieure (14): tout cela ſe fait pour que la thuyere conſerve la poſition qu'on lui a donnée, & pour qu'elle ne puiſſe être dévoyée d'aucune part.

Un Ouvrier adroit doit ſçavoir donner à ſa thuyere la ſituation qui lui convient, & qui ne doit être ni trop horizontale, ni trop oblique: ce qui fait que chaque Ouvrier qui entend ſon métier, a ſes meſures tracées ſur une regle, dont il ſe ſert pour arranger ſon foyer & ſa thuyere: il a grande attention de laiſſer ces meſures à ſa famille, comme le ſecret de ſon art, & il ne les montre ni ne les donne jamais à des étrangers.

Il arrive ſouvent qu'ayant à travailler un fer de différente qualité, les meſures, tant pour la hauteur que pour l'obliquité de la thuyere, telles que l'uſage d'un premier fer les avoit enſeignées, ne peuvent ſervir à la liquation ni à la purification d'un ſecond; ce qui eſt cauſe qu'au milieu du travail il faut changer la thuyere de poſition, l'avancer dans l'ouvrage ou la reculer, l'incliner ou la relever: enfin, il faut tâtonner juſqu'à ce qu'on ait trouvé le point qui convient au fer que l'on a à traiter. Si on n'obſerve pas cela ſcrupuleuſement, ou les charbons ſe brûlent ſans fruit, ou le fer périt, diſparoît & ſe tourne en quelque façon en ſcories, ou bien il demeure mêlé à des ſcories crues, ou l'opération de l'affinage ſe fait lentement, ſans parler de bien d'autres inconvénients, qui réſultent de la mauvaiſe poſition de la thuyere.

Si elle eſt trop avancée dans le foyer, c'eſt-à-dire, ſi elle y entre de plus d'un demi-pied, on prétend que le fer en fond mieux, & cela parce que le vent a moins d'eſpace à parcourir pour arriver au parois oppoſé: ce qui eſt cauſe que le fer eſt frappé plus à plein par le vent. D'autre part, ſi on met la thuyere trop avant dans le foyer, elle fond aiſément; & le fer, qui occupe le bas du foyer, n'étant pas agité par le vent, s'agglutine, ſe durcit & ſe ſépare du fer, qui eſt en fuſion: enfin, ſi la thuyere eſt trop retirée en arriere, le feu a moins de force & moins d'action ſur le fer qui lui eſt expoſé. Dans ce cas, il arrive encore que le côté du foyer, ſur lequel elle eſt poſée, s'échauffe par la réverbération continuelle de la flamme, & ſe ronge, ſe dégrade ſenſiblement par le concours continué de l'action du vent, ce qui eſt cauſe qu'autour du muſeau de la thuyere, on voit le mur tout enflammé, tout rongé & ſouvent percé par le feu; c'eſt pour cette raiſon qu'on fait le mur autour de la thuyere, & notamment deſſous, très-épais. En Suede, on appelle ce mur *Huggaſtd* (15).

Si la thuyere eſt poſée trop horizontalement, & que ſon embouchure ſoit trop éloignée du fond, le vent ſe diſſipe en l'air avant que d'aller juſqu'au fer, & d'y faire l'effet qu'on en attend; dans ce cas, on conſomme beaucoup de charbons, ce qui eſt une grande perte: car le vent ne touche point le fond; mais friſant le fer, il s'éleve en haut. Il y a cependant des Ouvriers qui ſont pour la poſition trop horizontale de la thuyere, parce qu'alors le fer ſe liquéfie mieux, & l'affinage ſe fait plus vivement, quoiqu'avec une plus grande dépenſe de charbon. A la vûe ſeule de la flamme & du fer qui eſt dans le foyer, on voit ſur le champ ſi la thuyere eſt trop élevée; car alors la maſſe du fer qui eſt plus haute, & les charbons qu'on amoncele deſſus, font une eſpece d'éminence, de hauteur avec des côtés inclinés: la flamme auſſi s'éleve plus haut.

Mais ſi la poſition de la thuyere eſt ſi fort oblique que le vent ſe précipite ſur le fond, la cuiſſon du fer ſe fait plus difficilement & plus lentement: le fer fond avec peine, parce que la flamme n'a pas la vigueur & la force convenables, quoique les charbons ne ſe conſomment pas inutilement.

Dans la poſition de la thuyere, on obſerve ordinairement qu'il ne faut pas que le vent balaie le fond, ni qu'il aille directement au côté oppoſé: mais il doit frapper l'endroit où le fond & le contre-vent ſe touchent. Dans ce ſens, le vent frappe juſqu'à la derniere partie & la plus baſſe du fer crud, qui lui eſt expoſé dans le foyer. D'autres dirigent la hauteur de la thuyere en diſpoſant la levre ſupérieure de ſon orifice, de façon qu'elle ſoit en ligne droite avec le deſſus du

(11) Il doit paſſer plus proche de l'aire.
(12) La Varme. — (13) La Varme.
(14) C'eſt apparemment une eſpece de crochet qui tient le deſſus de la thuyere à ſa plus grande ouverture.
(15) En France, le *Mureau*.

contre-vent. L'orifice de la thuyere sera donc sous cette ligne droite, & regardera le bas du contre-vent, c'est-à-dire, que cette partie supérieure de la thuyere doit être à douze doigts au-dessus du fond., ce qui est la même hauteur que celle du contre-vent.

Pour ce qui regarde encore la direction du vent, il faut avoir grande attention qu'en sortant de la thuyere, il n'aille pas frapper un certain angle du foyer : c'est celui qui est le plus éloigné (16). Il faut même soigner que le vent ne soit pas dévoyé de ce côté-là; on a remarqué qu'alors il périt beaucoup de fer, qui se convertit comme en scories ; au lieu que si le vent va au parois opposé, le fer fond bien, & étant fondu se dégage bien des scories : pour éviter cet inconvénient, on tourne la thuyere de façon qu'elle regarde plutôt le devant du foyer.

On arrange de cette façon la bouche de la thuyere afin que la base ou le diametre de son orifice étant comme incliné, regarde le devant du foyer : mais cette inclinaison de la base de l'orifice de la thuyere doit être plus ou moins grande, suivant les différentes qualités du fer. Cette inclinaison sera plus grande si le fer n'est pas chargé de soufres, c'est-à-dire, s'il casse aisément à froid, ce qu'en Suede on appelle *Kalbrecht* (17); car alors le vent n'est pas porté sur le fer opposé en volume si épais ni avec tant de force ; mais, comme disent les Ouvriers, il ne fait que le friser & le couper de côté. Cette espece de fer se recuit aussi beaucoup mieux. Il est forcé d'abandonner les corps étrangers qu'il renferme ; enfin, il devient fer d'une bonne qualité, & vraiment purifié : mais au contraire, si le fer est vicié, & chargé d'une grande quantité de soufres, c'est-à-dire, s'il casse facilement à chaud, quoiqu'il soit très-ferme à froid, ce qu'en Suede on appelle *Roedbrecht* (18) ; alors on ne donne pas tant d'inclinaison à l'aire ou base de la thuyere, sans cependant la mettre parallelement à l'horizon ou au fond du foyer. Dans cette position, le vent est chassé sur le fer plus amplement, & comme plus pleinement ; il ne le touche pas tant de biais.

Ce que nous disons ici de la direction du vent, & de la position de la thuyere, s'apprend beaucoup mieux par l'usage que par les préceptes. On a même de la peine à entendre les préceptes si les yeux ne sont pas habitués à voir les choses. La plus grande science d'un Ouvrier est de sçavoir diriger le vent, & placer la thuyere avec exactitude. S'il ne connoît pas bien ces deux points-là, on perd tout au moins du fer ou du charbon qui se consument inutilement; ou même si le fer est vicié par quelques corps étrangers, on ne pourra jamais l'en dépouiller.

Il faut observer que la thuyere, quoique de cuivre, ne fond pas aisément ni par la grande chaleur, ni par le contact du fer fondu. Elle ne fond jamais que par la négligence ou l'ignorance de l'Ouvrier. Quelquefois elle est environnée de toute part, de fer en fusion ; elle y est cachée & comme enterrée : on la voit aussi quelquefois brillante de feu au milieu des flammes, sans cependant qu'elle en reçoive aucun dommage ; la raison est que son intérieur est continuellement rafraîchi par le cours du vent ; c'est par un de ses côtés que le vent excite le feu : son autre partie n'en est point altérée, quoique l'action de la chaleur agisse continuellement sur elle. Si l'Ouvrier n'a pas soin de la visiter souvent, & de la nettoyer en chassant & éloignant le cours des étincelles ; s'il ne veille pas à préserver du feu tant son intérieur que son orifice, elle fond & se joint au fer. Il y a deux raisons pour lesquelles la thuyere a coutume de fondre. La premiere, si son orifice & le passage du souffle sont bouchés, de façon que le vent ne puisse percer : s'il travaille inutilement contre un obstacle attaché à sa sortie, sans pouvoir le vaincre ni s'ouvrir une route, & qu'il soit comme suffoqué dans son intérieur, alors le feu du foyer travaillant sur la thuyere, elle fond aisément. En effet l'air enfermé s'échauffant, & le vent ne refroidissant plus l'intérieur de la thuyere, le feu pénetre aisément la masse entiere du cuivre que rien ne garantit plus ; dès-lors elle fond, & tombe avec le fer. La seconde raison est qu'il y a encore beaucoup de crudités dans la masse du fer enflammé ; car ce qui est crud, ce qu'on appelle en Suede *Raudt*, ne fond pas aisément, mais par la violence du feu s'élance en étincelles & étoiles brillantes, qui entrent en grande partie dans la thuyere, & venant à en occuper toute l'ouverture, ou la plus grande partie, elles l'échauffent. Alors il y a à craindre qu'elle ne fonde, n'y ayant aucune de ses parties, tant intérieures qu'extérieures, qui ne soient attaquées par le feu. Quand on s'en apperçoit, l'Ouvrier détourne sur le champ cette partie de fer crud, pour empêcher que les étincelles ne s'y insinuent, & ne s'accumulent, & pour qu'elles se dissipent dans quelqu'autre partie du foyer. On retourne cette masse, qui contient du fer crud, exposant au vent ce qui étoit de l'autre côté, de façon que ce qui est crud peut jetter en haut ses étincelles sans aucun préjudice. On jette dessus des scories pulvérisées, à l'aide desquelles ces parties crues se mettent en fusion. On voit assez communément l'orifice

(16) L'angle du contrevent à l'aire. = (17) En France, *fer cassant à froid.* = (18) En France, *fer cassant à chaud.*

de la thuyere bouché par les ſcories, en ſorte que le paſſage du vent en eſt fermé. Si on n'a pas ſoin de les détacher, & de les éloigner ſur le champ avec le ſecours d'une baguette de fer, la thuyere fondra très-facilement.

Il eſt remarquable que le foyer n'étant conſtruit que de plaques de fonte, dans leſquelles on fond du fer tant de fois, & où l'on pouſſe le travail pendant pluſieurs mois de ſuite; ces plaques cependant ne fondent pas avec le fer, mais au contraire qu'elles réſiſtent au feu, ne s'endommagent pas, quoiqu'elles ſoient attaquées par le même vent qu'on emploie à fondre les gueuzes. Cela fait voir que la liquation ſe fait à merveille dans un creuſet garni de fonte, & que s'il n'eſt pas détruit, c'eſt parce qu'il n'eſt pas environné & attaqué de tous côtés par le feu & le vent: car il y a un côté des plaques qui n'eſt point expoſé à l'action du vent & du feu, ce qui eſt cauſe qu'elles n'en ſont pas pénétrées, & qu'elles ne fondent pas avec le fer qui y eſt contenu. L'action de la chaleur ne peut aller plus loin que le permettent le chaud d'un côté & le froid de l'autre. D'abord que la chaleur n'eſt pas égale dans toutes les parties, le fer ſe défend, & quoique dans le foyer & la flamme, il demeure intact. Il arrive aſſez ſouvent que le fond du foyer blanchit; il ne fond pas pour cela: mais le fer en fuſion qui nâge deſſus, s'y joint de façon qu'il y tient très-fortement, & qu'on a bien de la peine de l'en détacher; ce qui eſt cauſe qu'il faut de temps en temps refroidir le foyer, même tous les jours, lorſqu'il travaille aſſiduement. Pour cela, on vuide l'ouvrage, & on le rafraîchit avec le vent des ſoufflets, ou bien on le laiſſe pendant quelque temps lorſqu'il eſt vuide, expoſé à l'air froid. D'autres fois on y jette de l'eau quand il eſt vuide, comme cela ſe pratique encore dans quelques forges. Dans la plûpart on a abandonné cette reſſource.

Pour ce qui regarde le vent, il n'eſt pas toujours égal pendant qu'on affine la fonte: tantôt on le donne plus violemment, tantôt moins. Dans le commencement que l'on travaille, que le foyer eſt encore froid, & qu'il n'a pas encore échauffé ni le fer ni les charbons, on fait aller les ſoufflets moins vîte, en leur donnant moins d'eau au moyen de la baſcule qui gouverne la vanne. Par la ſuite, on donne plus d'eau à la roue, & on fait marcher les ſoufflets plus vîte. Au milieu de l'opération, on pouſſe le vent au plus haut dégré, & ſur la fin on le diminue. D'ailleurs, les ſoufflets vont inégalement par l'inégalité de l'eau, qui tantôt eſt plus élevée dans le réſervoir, tantôt moins. Comme les roues vont plus doucement pour les forges que pour les fourneaux, où elles doivent marcher également, les ſoufflets de forge ne donnent gueres que 400 coups par heure.

De la premiere cuiſſon de la fonte.

LORSQUE le foyer eſt muni de tout ce qu'il lui faut, qu'il eſt arrangé, la thuyere poſée, on nettoye bien l'ouvrage pour qu'il ne reſte rien qui puiſſe nuire à la fuſion: pour tout dire, on le balaye. Le foyer étant bien net, on y met des ſcories qui ſont reſtées du dernier travail; & s'il n'y en a point, on en met de plus anciennes. On en emplit le creuſet juſqu'au tiers. Sur ces ſcories, & dans tout le tour, on met des pouſſieres de charbon récent, ſinon de vieilles: enſuite on met tout autour du foyer, des cendres provenantes des étincelles des charbons brûlés, des ſcories en pouſſiere, &c. qu'avec le rabot & le balai on a ramaſſées dans l'attelier pendant quelques liquations. Ces cendres, comme on vient de le dire, ſont un composé de menus morceaux de fer, d'étincelles, de ſcories, de pouſſieres de charbons. On en met dans le foyer juſqu'aux deux tiers. Si on ne met pas de ces ſcories ſous le fer, comme pour lui ſervir de lit, on dit que le fer pénetre la cendre & s'attache fortement au foyer, qu'il ne ſe liquéfie pas comme il faut, & que conſéquemment il ne ſe ſépare pas bien de ſes crudités; car les ſcories étant très-aiſées à fondre, ſervent de menſtrue: elles enduiſent le fond d'une eſpece de graiſſe; elles empêchent que le fer ne s'attache au fond, de façon qu'il ſe dépouille plus aiſément des parties crues: elles aident à la fuſion du fer en fondant elles-mêmes; & comme le foyer en eſt tout rempli, par cet intermede, les parties légeres ſe ſéparent des peſantes, les étrangeres des métalliques; ce qui ne s'opéreroit pas, ſi, préalablement, il n'y avoit pas une grande quantité & un grand bain de ſcories fondues.

Cela fait, à l'aide de roulets & de ringards, ou à force de bras, on porte une maſſe de fer crud dans la cheminée, & on l'arrange dans le foyer, de ſorte qu'elle ſoit au côté oppoſé de la thuyere. On place cette maſſe ſur un de ſes côtés, & on la pouſſe de maniere qu'un bout entre dans l'ouvrage, & l'autre reſte en dehors. On l'approche de la thuyere, dont elle ne doit être éloignée que de quatre à cinq doigts, placée à la hauteur de ſa bouche. La partie ſupérieure de la maſſe doit être dans le même plan horiſontal que la levre ſupérieure de l'embouchure de la thuyere, pour que le vent friſe & raſe le bas de la maſſe; ce qui ſera d'autant mieux, ſi on a donné à la maſſe la même obliquité qu'à la thuyere. Il faut toujours l'arranger de façon que le vent raſe

la partie inférieure de cette masse : mais si le fer n'a point de soufre, & qu'il soit très-cassant à froid, on arrange l'orifice de la thuyere de maniere qu'une partie du vent touche directement la masse; tandis que l'autre en rasera la partie inférieure, comme si le vent la divisoit en deux. Le poids de la masse de fonte que l'on met au foyer, n'est pas toujours le même; tantôt on y en met deux cents, tantôt trois, quelquefois quatre, suivant qu'on veut forger de grosses ou de petites barres.

Si une seule masse ne suffit pas pour faire le poids dont on a besoin, on en met deux, trois, jusqu'à ce qu'on ait la quantité que l'on souhaite. On les met l'une sur l'autre, sans cependant qu'elles se touchent exactement, & pour l'empêcher, on met entre deux de petits morceaux de fer qui les séparent. On se conduit ainsi, principalement si l'on a des fontes de deux ou trois especes différentes qu'il est à propos de mêler pour avoir du fer d'une bonne qualité. Si, par exemple, on en a qui donnent du fer, l'un cassant à froid & l'autre à chaud, il faut nécessairement mélanger ces deux especes de fonte pour avoir du fer d'une qualité mitoyenne. Le fer cassant à froid se met dessous; & quand ils sont ainsi placés, on les arrange pour recevoir le vent, comme on vient de le dire.

Ces masses ainsi arrangées, on jette des deux côtés de la poussiere de charbon; ensuite on accumule dessus un tas de charbon sous lequel elles sont cachées, &, pour ainsi dire, enterrées, de façon qu'on ne voit point de fer, mais seulement un comble de charbons. Après avoir mis du feu dessous, on donne de l'eau à la roue pour faire mouvoir les soufflets, que l'on fait aller très-doucement dans le commencement.

Ces masses, enterrées dans le charbon ardent, sont petit-à-petit consumées par le feu animé par le vent. La partie exposée au vent se liquéfie, & tombe en gouttes dans le foyer, ce qui forme dans la masse une espece d'excavation, qui, conséquemment, éloigne le reste de la thuyere. Quand on s'en apperçoit, on rapproche le restant de la masse à l'aide des ringards, & on le met à la distance susdite de cinq à sept doigts; pour, étant ainsi exposée au vent, être sensiblement réduit en liqueur.

Quand les charbons sont consumés, on en met de nouveaux : il y en a d'amoncelés au pied & sur l'aire de la cheminée d'où on les tire avec un rateau, de façon que le fer déja chaud, en soit toujours couvert. L'Ouvrier sonde souvent les angles & le fond du foyer; & quand il y sent quelques matieres attachées, il les éleve & met au vent, afin qu'exposées à son action, elles fondent de nouveau, que le fer se ramasse en un seul volume.

Après avoir passé une baguette de fer dans la thuyere pour la nettoyer, il est amusant & agréable de voir le fer se liquéfier, & d'examiner ou saisir les momens de la liquation. On voit à son aise, par la thuyere, le fer chaud, parce qu'il est directement au passage du vent. Le fer, dans un endroit, paroît blanc comme la neige, dans un autre, rouge comme du sang. La masse paroît d'une figure inégale & raboteuse; ensuite on voit tomber les gouttes de fer fondu, comme nous avons dit qu'on les voyoit dans le fourneau. Les unes sont blanches, les autres obscures & noirâtres. On voit aussi les scories qui occupent le fond : elles ne sont pas blanches ou rouges, mais d'une couleur brune mêlée, presque noire, comme de l'eau obscurcie par des nuages. Si, en ôtant les charbons, on découvre le fer, la partie exposée au vent rougit de plus en plus; & par le seul contact de l'air, il s'en échappe des étincelles & des grains qui se dissipent en l'air, & cela en d'autant plus grande quantité qu'il y a plus de crudités dans le fer; car ce sont les parcelles crues qui les fournissent: au lieu que si le fer est couvert de charbons, ces parcelles ne sautent pas en l'air; mais la plus grande partie se rassemble en gouttes, & coule dans le foyer.

Pendant ce temps-là on retourne dans le foyer, avec des ringards, le fer chaud, & on l'expose au vent, pour que la flamme & le vent puissent passer de tous côtés, de façon que la masse du fer paroît nâger dans un grand courant de feu où elle est comme noyée. Il faut soigner à ce que le vent aille par-tout également : car si un côté est embarrassé, & qu'il ne puisse y passer; s'il va plus d'un côté que d'un autre, ou si les poussieres de charbon, ou bien quelques morceaux de fer, empêchent le vent de passer d'un côté, sur le champ on tourne la masse & on la range de façon qu'elle reçoit le vent également de toutes parts. Ici, l'Ouvrier ouvre un passage; là, il en ferme un autre. Il agit dans le tour du foyer, resserre, éleve, baisse, & n'épargne point son travail pour que le fer soit par-tout également dans l'élément du feu. Par ce travail, on augmente & accélere l'action de la liquation & le fer ne se fond ni par un trop grand feu, ni par un trop petit.

Si on s'apperçoit que la flamme devenant très-ardente, domine sur tout le dessus du foyer, on modere sur le champ cette violence, ou en bouchant les issues par lesquelles elle sort, ou en jettant de l'eau dessus; on prend de l'eau dans le basche avec le seau (19), & on la jette sur la flamme; autre-

(19) Ecuelle à mouiller.

ment, la flamme exerce son action sur les charbons, & les consume inutilement : on diroit qu'étant une fois déchaînée, au lieu de combattre le fer son ennemi, elle exerce sa fureur sur les charbons ses amis.

L'Ouvrier a soin de regarder si le fer ne jette point d'étincelles, ou ne bouche point l'ouverture de la thuyere : aussi-tôt qu'il s'en apperçoit, il la nettoie avec une baguette de fer, & donne un libre passage au vent.

Enfin, quand on voit que la masse est liquéfiée de toutes parts, qu'elle est tombée dans le foyer, & qu'il ne reste rien qui ne soit en fusion, alors l'Ouvrier sonde les angles du foyer, & quand il y sent quelque morceau dur, il le détache, l'éleve & le met au vent. Il ramasse ainsi tout le fer épars, & ne cesse de le lever & de le mettre au torrent du vent, jusqu'à ce qu'il ait réuni & assemblé en une seule masse, toutes les parties qui s'étoient retirées vers les endroits frais du foyer. Quoique les charbons soient alors consumés & leur volume diminué, on n'y en met pas de nouveaux ; mais on tient le volume du fer à demi-découvert : c'est alors que la cuisson commence ; le fer cuit & bout comme de l'eau dans un pot. On peut voir toute la superficie qui s'enfle & s'éleve lentement, comme une grosse bulle, & comme s'il y avoit un levain ; il s'enfle & se gonfle de plus en plus, si on n'arrête pas ce mouvement ; le fer, dans cet état, est doux & maniable, lui qui, de son naturel, est si dur & si inflexible ; il s'éleve jusqu'à passer les bords du creuset ; l'Ouvrier ôte sur le champ les charbons allumés, sous lesquels il s'enfle, & met la liquation à nud : c'est ainsi qu'il diminue & arrête cette fureur. Cette cuisson peut s'opérer pendant l'espace d'une demi-heure : mais il est de la prudence de l'Ouvrier de la faire durer plus long-temps, parce qu'il faut évaporer les corps nuisibles & vicieux, & par leur séparation rendre le fer ductile & malléable. Voilà pourquoi il faut qu'il soit entiérement fluide, & pourquoi on le tient en bain, & dans une espece de mouvement pendant quelque-temps, sans quoi les parties légeres ne se sépareroient pas des pesantes, ni les métalliques des étrangeres : ainsi, il faut donner ses soins pour que le fer vienne au degré de chaleur & d'effervescence que nous avons dit ; c'est pour cela que l'on donne au feu la nourriture la plus forte. On choisit pour cet effet, & on met dessus, les charbons entiers, & les plus gros, qui font un feu du dernier dégré, & entretiennent toujours cette espece d'ondulation dont nous parlons. On n'en met pas beaucoup à la fois, parce qu'il ne faut pas que le feu cache le métal en cuisson : mais il faut qu'il soit à un feu à demi-ouvert ; alors le vice du fer se dégage plus facilement que si le feu le couvroit entiérement. Pour rendre néanmoins le feu assez fort, on emploie les meilleurs aliments : il y a une espece de fer qui a de la peine à se mettre en liqueur, & sur lequel l'Ouvrier travaille en vain pour qu'il devienne liquide, s'enfle & bouille comme une liqueur ordinaire ; cette espece de fer demeure tenace & comme infusible, conséquemment ne se dégage pas des crudités qui le vicient : c'est-là qu'il faut de l'art & du travail pour mettre en liqueurs un semblable fer, sans quoi après la cuisson, il demeure réfractaire & immalléable (20).

Pendant que le fer sue & s'éleve dans le foyer, pendant que la coction & l'effervescence se font, l'orifice de la thuyere se bouche en partie par des especes de scories noires qui s'y attachent, & vont en s'allongeant comme un nez. Cela est nécessaire, parce que si le vent, qui est partie froid, partie humide, a un conduit large & bien dégagé pour aller sur le fer, l'intumescence & l'ardeur s'appaisent sur le champ : dans ce cas, il ne faut pas que le fer soit frappé ni refroidi par un vent d'une grande violence ; si-tôt qu'on détache les scories de la thuyere, & que le vent a un passage libre, la liqueur enflée s'abbaisse, & le fer qui étoit liquide, se condense & se met en une masse ténace.

D'abord que cette liqueur qui cuit est figée, & qu'elle commence à se découvrir, on ouvre un passage aux scories ; ce qui se fait par l'emmanchure, ou l'œil, du marteau qui ferme le devant du foyer. Pour cela, par le moyen d'un ringard on y fait un trou ; les scories sortent sur le champ : mais on ne laisse pas long-temps cette ouverture débouchée ; on la referme promptement pour ne pas priver le foyer d'une trop grande quantité de scories ; car les scories tiennent lieu de dissolvant, par leur moyen, non-seulement le fer se liquéfie bien, mais il se dégage & se sépare des corps nuisibles ; & ainsi l'on rend le fer fusible, ductile & purifié.

Une masse de fer, grosse & pesante, se met plus difficilement en fusion qu'une petite & une légere ; il faut une plus grande quantité de charbons & de feu pour la fondre : au reste, on en peut fondre en deux heures une de quatre cents livres.

Enfin cette premiere cuisson finie, il faut ôter tous les charbons du foyer, ainsi que toutes les poussieres & cendres ; on laisse la masse du fer seule. On arrête le vent, laissant ainsi cette masse brûlante dénuée de charbons & de feu pendant une heure ; on ne la touche point qu'elle ne soit couverte d'une espece de croute noire. Dans quelques for-

(20) *Voyez* ce que Swedemborg ajoûte à la partie de l'Acier.

ges, c'eſt la méthode que ſur le champ les Ouvriers ſe diſpoſent à lui donner la ſeconde cuiſſon, à l'expoſer, pour la ſeconde fois, toute rouge au vent : enfin, à commencer une nouvelle cuiſſon & liquation.

De la ſeconde cuiſſon ou liquation du fer.

QUAND cette maſſe de fer eſt refroidie, elle tient ordinairement aux parois & au fond du foyer : on ne peut l'en arracher qu'à l'aide & à force de coins que l'on inſinue entre la maſſe & le côté de la thuyere, & que l'on chaſſe de plus en plus, juſqu'à ce que par ſon effort on ait ſéparé la maſſe de la thuyere, qui y eſt preſque cachée : ſi cette maſſe tient au fond, on l'en détache en y mettant un coin par l'œil du vieux marteau, qui ferme le devant du foyer ; on le chaſſe à coups de marteau, & on le fait entrer : enſuite, à force de bras, les Ouvriers ſoulevent cette maſſe ; ſi la force des bras ne ſuffit pas, ils emploient un ringard, qu'ils abbatent de toute leur force, juſqu'à ce qu'enfin ils tirent la maſſe du foyer. Il arrive ſouvent que cette maſſe ſe ſépare aiſément du fond, au premier mouvement. Ce qui peut occaſionner que le fer tient aux parois & au foyer, c'eſt que le travail uſe & creuſe les plaques, & que le fer fondu, en prenant l'empreinte de ces cavités, s'y attache fortement. Il en arrive de même ſi le foyer eſt échauffé ; il y a beaucoup d'affinité & de rapport entre un foyer de fonte ardent & du fer ardent, au lieu que ſi l'un des deux eſt froid, ils ne s'attachent point ; c'eſt pour cela qu'il faut refroidir le foyer. Dans quelques endroits on leve la maſſe toute rouge, & on la laiſſe refroidir à quelque diſtance des parois du creuſet.

Enfin, quand la maſſe eſt levée & ſéparée du foyer, on la retourne en plein, pour que le deſſous ſe retrouve deſſus ; elle paroît aux yeux rude & inégale ; le deſſus a une certaine rondeur, pendant que le deſſous eſt preſque plat. Cette maſſe renverſée, &, pour ainſi dire ſur ſon dos, ne ſe met pas comme la premiere fois, à une certaine diſtance du vent ; mais on l'éleve, & on la place ſur la thuyere même, de façon qu'une partie de la maſſe poſe ſur la partie ſupérieure de la thuyere, & l'autre ſur le fond ou ſur les ſcories qu'on a laiſſées ſur le fond, & qui ſont arrangées avec la même obliquité que celle de la thuyere ou du vent : ce qui fait que le vent va à la partie inférieure, & par ce moyen travaille ſur toute la maſſe. L'Ouvrier doit avoir grande attention à mettre la maſſe exactement dans cette poſition, afin qu'elle ſoit convenablement expoſée au vent qui doit la frapper, & qu'elle reçoive la flamme également & de toutes parts.

La maſſe ainſi arrangée, on met ſur ſes côtés de la pouſſiere de charbons, & des cendres brûlées que l'on ramaſſe avec le rabot autour de la cheminée : on met de la cendre ſur les côtés, & non vers la partie antérieure de la maſſe. Là, on emploie des charbons entiers & ſecs, qui, non-ſeulement conſervent long-temps le feu, mais qui jettent une flamme que le vent porte contre la maſſe, pour l'attaquer avec une eſpece d'augmentation de légéreté & de force. Alors, on fait marcher les ſoufflets, mais doucement dans les commencements ; enſuite, on augmente leur mouvement ; le vent donné, on entoure la maſſe d'une grande quantité de charbons, & l'ouvrage s'échauffe. L'Ouvrier examine avec beaucoup d'aſſiduité ſon feu & la flamme ; c'eſt ſur eux qu'il ſe regle, pour découvrir quel eſt l'état de la liquation, & s'il y a une partie de la maſſe qui fond mieux que l'autre : il ne ceſſe de remuer cette maſſe ; il la place dans le milieu du feu, pour que la flamme l'attaque également de tous côtés : elle nagera en quelque façon dans la flamme, comme dans ſon élément. Si la flamme paroît plus d'un côté, il le bouche ; il en ouvre un autre : voit-il un endroit où la flamme doive paſſer, il élargit le paſſage avec un ringard, afin de rendre en quelque ſorte la reſpiration plus libre : là, il met des pouſſieres de charbons & des ſcories, & il les bat pour mieux remplir le vuide ; ici, il ſouleve la maſſe, & donne une ouverture au vent & à la flamme, qui doivent s'échapper enſemble ; ailleurs, il abaiſſe cette même maſſe : enfin, il la gouverne comme un Pilote gouverne ſa barque ſur les flots. Quand la flamme eſt diſtribuée par-tout, & qu'elle coule également, le feu & le vent agiſſent avec une très-grande action ſur le fer ; on a ſoin ſur-tout que la flamme agiſſe continuellement ſur la partie la plus éloignée du vent : car alors, c'eſt une marque qu'elle peut circuler & travailler par-tout. On a auſſi grande attention que la flamme ait une iſſue dans la partie la plus éloignée de la thuyere, & qu'elle ne s'échappe pas en grand volume par les côtés du foyer, parce qu'alors le feu n'agit pas avec toute ſa force ſur le fer, mais ſur une ſeule partie au détriment des autres ; d'ailleurs, ſi le vent eſt réfléchi vers la thuyere, il y a grand danger que cette réverbération ne la faſſe fondre. Par la flamme & le comble du charbon, on peut juger de l'obliquité de la thuyere : ſi la maſſe du fer paroît trop élevée & le comble des charbons trop haut, c'eſt un ſigne que la thuyere eſt trop élevée, & qu'elle n'eſt point aſſez oblique ; au contraire, ſi la maſſe du fer paroît comme écraſée & enfoncée dans le foyer, & que le comble des charbons n'excede pas beaucoup le deſſus du foyer, c'eſt un indice que la thuyere eſt trop oblique. Quand les premiers charbons qu'on

a employés

à employés, font consumés, on en met de nouveaux jusqu'à la même hauteur qu'auparavant; la masse du fer en doit être entiérement couverte & cachée par-tout; il faut ordinairement deux ou trois paniers de charbons à chaque charge, & quand la masse est très-élevée, il en faut une plus grande quantité pour la couvrir, parce que les côtés du comble ont plus d'étendue.

Pendant ce temps-là, on approche du feu des masses de fer crud, & on les met sous le même comble de charbons, mais à la distance de deux pieds de la thuyere, afin qu'avec le même charbon ces masses s'échauffent toujours, & se disposent à être plus promptement mises en fusion; plus la masse, qui occupe le milieu du foyer, s'échauffe & s'amollit, plus on approche la nouvelle de la thuyere pour l'échauffer par dégrés: par ce moyen, la nouvelle masse profite du même feu & des mêmes charbons, qui contribuent à la liquation de la premiere.

L'adresse de l'Ouvrier consiste principalement à distribuer la flamme également autour de la masse qui est à fondre: c'est par cette raison, qu'il lui facilite des issues autour de cette masse, qui, en quelque façon, se trouve en équilibre au milieu du feu. Si l'Ouvrier s'apperçoit que la flamme est moindre d'un côté, il souleve cette partie & donne un passage au vent; au contraire, s'il y a un endroit où la flamme se porte trop, il arrange, retourne, baisse, éleve, serre, ouvre, suivant le besoin, jusqu'à ce qu'il voie tout remis dans l'égalité convenable. Il emploiera tous ses soins, jusqu'à ce que le plus grand torrent de la flamme soit vers la partie postérieure de la masse; car, si la plus grande vivacité du feu en attaquoit la partie antérieure, la thuyere fondroit facilement; le mureau s'échaufferoit, & seroit pénétré par un très-grand dégré de chaleur. C'est une marque que la masse opposée au vent est couchée trop à plat, quand le vent réfléchit ou remonte vers sa source. Une regle connue de tous les Ouvriers, c'est que la masse à fondre doit être diminuée & rongée par la flamme également de toutes parts; c'est pour cela qu'ils la retournent, afin d'opposer au vent toutes les parties saillantes & les angles; par ce moyen, ils viennent à bout, quoique lentement, de l'arrondir en quelque sorte. Pour y réussir plus sûrement, ils tournent au vent, & petit à petit, tantôt une partie, tantôt l'autre, la plus proche comme la plus éloignée, suivant qu'ils apperçoivent des inégalités; ils exposent au vent ce qui a trop d'étendue, ou pour mieux dire, tout ce qui s'éloigne de la figure circulaire, de façon que ces parties anguleuses fondent avant les autres; c'est ainsi qu'insensiblement la masse se consomme tout autour. Il est bon de sçavoir que sa partie postérieure, c'est-à-dire, celle qui est éloignée du vent se dissout plûtôt que celle qui en est la plus proche.

Lorsqu'on en est-là, il ne faut pas beaucoup de charbons; la masse fond à demi-découverte, & enfin diminue tant qu'elle n'a plus de liaison, mais tombe en morceaux que l'Ouvrier ramasse dans le tour du creuset, pour les remettre au vent; il répete cette manœuvre, jusqu'à ce que les morceaux détachés soient fondus, & que tout son fer liquéfié soit réuni en une seule masse: alors, on découvre le fer en ôtant tous les charbons. Pendant ce temps, on lui laisse essuyer l'action du vent; & comme les menus charbons qui sont restés sur la superficie, sont très-légers, vous voyez le vent exercer dessus sa fureur, les agiter, les soulever & les mettre en tourbillons, comme de la poussiere ou de menus brins de paille; il jette très-haut les étincelles; il divise en une espece de pluie, les scories qui surnagent, & les répand par toute la cheminée; il emplit aussi cette cheminée & une partie de la forge, d'une grêle de feu & d'une pluie d'étincelles; ces étincelles s'amoncelent en haut, & tombent en abondance dehors du foyer, en décrivant des courbes paraboliques. Cela donne une idée & la représentation en petit d'un volcan en fureur, qui épouvente & force à s'éloigner ceux qui se sont trop approchés de sa bouche. Ces étincelles ne sont pas composées de particules de fer, mais de la matiere qui donne les scories. Elles sont ordinairement, ou rondes, ou ovales. D'abord qu'elles sont à terre, elles noircissent. Voilà l'instant de la véritable recuisson du fer qui dure sept à huit minutes. Toute l'opération de la liquation dure environ deux heures.

On observe qu'à cette seconde liquation, il s'attache encore au fond & aux angles du foyer, des morceaux de fer crud & tenace qui s'y retirent & s'y refroidissent. Si on ne les rejoint pas au reste de la matiere en bain, ils se durcissent davantage. On a soin de les chercher & de les détacher avec le ringard. On les ôte de leur place, & on les expose au vent de la thuyere pour qu'ils se fondent & se mêlent au reste. On éleve une seconde fois ces morceaux, qui s'étoient cachés dans les angles; & on continue à les punir de leur fuite, en les exposant à l'action du vent, comme on punit des soldats qui ont quitté leur camp. Plus le fer est d'une mauvaise qualité, plus il faut avoir de soin de le retirer de ces retraites, de le tenir exposé au vent, & quand il est fondu, de le plonger dans le foyer. Le vent, sans la flamme & le feu ne pouvant disjoindre ces parties, ni les réduire en fusion, il faut mettre des-

ſus de gros charbons choiſis qui viennent à bout en les fondant, de les enſevelir, pour ainſi dire, avec le reſte.

Dans cette ſeconde liquation, on ôte trois fois les ſcories. La premiere, vingt minutes après qu'on a donné le vent au foyer. On jette ces ſcories dans l'eau froide, parce qu'elles ſont fort chargées de fer, & que les corps étrangers qui les accompagnent, ſont très-fuſibles : en les éteignant ainſi dans l'eau, elles tombent en une eſpece de pouſſiere qu'on conſerve pour les uſages auxquels elle eſt propre. La ſeconde fois on fait ſortir les ſcories au bout de 30 ou 40 minutes après la premiere : comme elles ne contiennent point de métal, on les met au rebut. Enfin on les fait ſortir du foyer pour la troiſieme fois, vers la fin de la coction. On a encore obſervé qu'alors il ſort une petite quantité de ſcories, ſi on les a laiſſées trop long-temps ſur le fer en cuiſſon, c'eſt-à-dire, ſi l'opération de cette derniere cuiſſon a duré long-temps, parce qu'en ce cas-là une grande quantité des ſcories s'en va en étincelles, & qu'ainſi elles ſont pour la plûpart diſſipées, avant qu'on leur ait, pour cette troiſieme fois, donné la liberté de ſortir.

En tournant les yeux par la thuyere, il eſt alors amuſant d'examiner la maſſe du fer oppoſée au vent; on la voit qui eſt blanche comme de la neige; on voit auſſi les charbons allumés voltiger devant le thuyere, comme des plumes blanches & légeres. Au ſurplus, il faut prendre garde qu'il ne s'attache des ſcories aux levres de la thuyere, parce qu'alors il faudroit les en détacher, afin que le vent continue de paſſer librement.

Dans pluſieurs endroits, après ces deux liquations, on porte le fer ſous le marteau, & on le tire en barres. Il n'a pas beſoin d'autre préparation s'il eſt d'une bonne qualité, & qu'il ne ſoit pas gâté ni vicié par des matieres impures & hétérogenes. Dans quelques forges, on le fond une troiſieme fois, ſurtout s'il n'a pas été bien purifié par les deux premieres. Plus on le cuit, plus il ſe purifie; ainſi plus il a été cuit de fois, plus il eſt pur. Cette troiſieme liquation ſe fait comme la ſeconde : le vent ſe donne d'abord doucement, enſuite plus fort; enfin, on le diminue à proportion qu'on approche de la fin.

De l'emploi du charbon dans les foyers de Forge, lorſqu'on y cuit le fer crud.

Il y a beaucoup de choix dans les charbons : car toute eſpece de bois ne donne pas du charbon de la même bonté. Il y a plus : les charbons de la même eſpece de bois ne rendent pas tous un ſervice égal dans les foyers de forges, comme ils le rendent dans les fourneaux de fuſion. Les charbons durs ſont moins utiles pour les forges, que ceux qui ſont doux à un certain dégré : par exemple, les charbons de chêne & de hêtre, qui ſont durs & peſants, ne conviennent pas aux forges : car non-ſeulement ils brûlent le fer, mais en le durciſſant ils en détruiſent le nerf, & lui ôtent ſa ductilité. Il en eſt de même des charbons de bouleau, quoique dans la plûpart des forges on ait ſoin de les mêler avec des charbons doux; au lieu que dans les fourneaux de fuſion, cette eſpece de charbons durs eſt d'une excellente qualité. Les charbons de pins & de ſapins ſont très-bons pour les forges; cependant on doit donner la préférence à ceux qui proviennent d'un bois ni trop jeune ni trop vieux, c'eſt-à-dire, d'un âge mitoyen : en effet les charbons provenus d'un bois trop vieux, ou de hautes & anciennes futaies, ne conviennent point aux forges; parce qu'un vieux bois non-ſeulement a perdu ſon ſuc vital, mais avec le temps il a acquis une certaine rigidité; ce qui eſt cauſe que les charbons qu'on en tire, étant très-durs, ſont, par la raiſon qu'on a dite, de mauvaiſe qualité pour les forges.

L'art & la ſcience de l'Ouvrier conſiſtent à épargner les charbons, & à les empêcher de ſe diſſiper en fumée & en étincelles, ſans faire d'effet ſur le fer, ce qui eſt perdre & dépenſer du bien inutilement. Comme c'eſt un objet de conſéquence, & qu'avec de l'attention & de l'induſtrie on peut éviter cette perte, nous allons détailler les circonſtances dans leſquelles les charbons ſe conſument en vain, & celles où il faut les épargner avec prudence.

1°. Il ſe brûle inutilement beaucoup de charbons, ſi on n'a pas ſoin de ſéparer exactement ceux qui ſont un peu éloignés du feu, & mis comme ſous la main de l'Ouvrier pour s'en ſervir dans le beſoin, de ceux qui ſont actuellement dans le foyer deſtinés à la liquation du fer. Un ſerviteur négligent accumule autour du foyer une grande quantité de charbons, qu'il laiſſe allumer de toutes parts, tant en dedans qu'en dehors du foyer. On diroit de tous ces charbons conſumés inutilement, que c'eſt un ſacrifice ridiculement offert à Vulcain, qui s'en mocque. On ne peut attribuer une pareille perte qu'à l'ignorance ou à la négligence de l'Ouvrier. Celui qui ſçait ſon métier, a ſoin de ſéparer les charbons qui ſont hors du foyer, de ceux qui ſont dedans. Il ne ſouffre pas que comme un furieux le feu attaque tout ce qui eſt dans ſon voiſinage, ni qu'il exerce ſa violence ſur tout ce qui l'environne.

2°. La prudence œconomique de l'Ouvrier exige qu'il ait ſoin non-ſeulement que le feu ne s'étende pas au-delà du foyer, mais en-

core qu'il soit resserré dans l'intérieur, comme il convient : sans cela, on dépense des charbons en pure perte. Pour calmer les éruptions qu'il tente, on arrose d'eau le dessus du foyer, & la flamme qui le domine. Ainsi par une espece de pluie abondante & bien distribuée, on empêche le feu de passer les bornes qui lui sont prescrites. Le contact de l'eau fait noircir les charbons, & retirer la chaleur dans l'intérieur. Elle s'y tient concentrée pendant un temps, après lequel & au moindre signe d'une nouvelle éruption, on l'arrose de nouveau. En restraignant ainsi la chaleur dans l'intérieur du foyer, & lui fermant les issues par lesquelles elle cherchoit à s'échapper, on la renferme, pour ainsi dire, dans son laboratoire, où elle travaille plus efficacement sur le fer, en sorte que pendant ce temps-là, on épargne les charbons qui se seroient consumés sans effet.

3°. Il se perd encore beaucoup de charbons inutilement, si on en met trop : tout ce qui est excès, est vice : l'Ouvrier doit sçavoir proportionner les charbons & le feu au travail de la liquation.

4°. Si la thuyere est posée trop horizontalement, de façon que le vent qui sort des soufflets, aille à peine frapper le fer & le côté opposé, il périt inutilement beaucoup de charbons, qui se dissipent en étincelles, sans que leur flamme travaille sur le fer qui est dessous. Le vent qui est trop horizontal, gagne le haut, & se contente de travailler sur la masse des charbons qui occupent le dessus, sans faire le moindre effort contre le fer qui est dessous. Par-tout où le vent s'accumule, il bouleverse tout, & comme il est trop horizontal, il exerce sa force sur les charbons, & les consume en vain; ce qui fait que cette situation de la thuyere, ou cette direction du vent, brûle inutilement les charbons.

5°. Ceux qui sçavent épargner les charbons, & en éviter la dépense superflue, ne laissent pas long-temps refroidir dans le foyer la masse de fer, qui vient d'être cuite pour la premiere fois, mais ils la renversent tout de suite, & pendant qu'elle est encore enflammée, ils l'exposent au feu & au vent. Quelques-uns par paresse, & quoique le fer soit d'une excellente qualité, laissent la masse dans le foyer pendant une ou deux heures; jusqu'à ce qu'elle soit durcie, ce qui lui fait acquérir de la fermeté & de la force, pour résister à l'action du feu. Il en arrive, que lorsqu'on remet au feu cette masse froide, elle a plus de peine à fondre, & ne cede point qu'on n'ait mis dessus une grande quantité de charbons, sous laquelle il faut la cacher. Conséquemment, il faut alors beaucoup plus de charbons que si cette masse avoit été exposée au vent pendant qu'elle étoit encore enflammée.

6°. L'Ouvrier doit encore sçavoir employer à propos les menus charbons : car quand on doit chauffer les barres de fer pour les étendre sous le marteau, on peut aussi bien les chauffer avec ces menus charbons, qu'avec des charbons entiers. Aussi ceux qui sçavent leur métier, conservent, pour le besoin, de ces menus charbons dans un angle de la cheminée, & ils s'en servent pour emplir le fond du foyer : ce qui remplace utilement les charbons entiers qu'à ce moyen l'on épargne.

7°. Un Ouvrier perd sa peine & son bien, quand il emploie des charbons trop humides. Dans ce cas, la cuisson se fait lentement; car la force du feu est diminuée, & comme affoiblie par les vapeurs aqueuses qui s'exhalent des charbons ; ce qui est cause qu'il en faut mettre une plus grande quantité pour avoir un certain dégré de chaleur ; c'est-à-dire, que dans les dernieres cuissons, il faudra mettre une beaucoup plus grande quantité de charbons.

8°. Le fer lui-même contribue à la consommation inutile des charbons. S'il est en grande masse, alors on est nécessité de le couvrir entiérement; & le comble ayant plus d'espace, il faut une plus grande quantité de charbons. Au reste, les masses sont ordinairement du poids de 400, 300, 240, 200, 130, 100. Si donc la masse est plus petite, & qu'au lieu de peser 400, elle ne pese que 130, ou 100, elle fond plus aisément qu'une masse plus grande & plus pesante ; ce qui montre que si l'on veut épargner les charbons, il faut employer des morceaux de fonte moins gros.

9°. On perd encore sa peine & son charbon, quand on n'a pas assez d'eau pour faire mouvoir comme il faut le gros marteau ; car s'il va lentement, ce qui vient du peu d'eau, le fer est battu moins vîte ; à chaque coup il s'étend moins, ce qui est cause qu'il faut le chauffer plus souvent & le reporter sous le marteau, ce qui ne peut se faire sans une plus grande consommation de charbons.

Pour empêcher que l'ignorance ou la paresse des Ouvriers ne donnent lieu à une dépense inutile & si préjudiciable de charbons, on a réglé en Suede de passer à un Ouvrier, tant pour recuire que pour forger, 400 livres de fer, vingt-quatre tonnes de charbons. Si l'Ouvrier en consomme moins, c'est du bénéfice pour lui : s'il en consomme plus, c'est à sa perte. Je sçais cependant qu'il y en a qui, pour avoir la même quantité de fer forgé, n'ont consommé que dix-huit tonnes de charbons : je tiens même d'un Maître qu'on n'en brûloit que quatorze. Cela est cause encore que dans plusieurs forges on fait un magasin de charbons, que l'on donne à employer à un Ouvrier à ses risques, moyennant un certain prix qu'il en doit donner.

Il y a encore une grosse perte à essuyer sur les charbons, qui vient, comme on l'a dit, de leurs vices particuliers : s'ils sont trop humides, trop menus, faits de bois trop jeunes, trop doux; s'ils ont essuyé un feu trop violent & trop prompt en les cuisant ; s'ils sont légers, & conséquemment peu propres à donner une certaine quantité de feu, sans parler de plusieurs autres vices qui occasionnent de la perte dans leur consommation.

Si les charbons sont humides, il s'ensuit 1°. Que la liquation se fait plus lentement ; parce que l'ardeur du feu est ralentie par le froid des vapeurs, qui se communique au foyer, & au fer même qui y est placé. 2°. Cela est cause que le fer ne cuit pas bien dans le creuset. Il demeure crud, & ne se sépare pas de tous les corps étrangers dont il doit être débarrassé pour devenir ductile. 3°. Quand les charbons sont humides, la masse du fer que l'on chauffe dans le foyer, paroît d'une couleur blanche, comme si elle étoit pénétrée d'autant de parties de feu, qu'elle en peut recevoir : mais quoique cette couleur paroisse à sa superficie, cette blancheur ne pénetre pas jusques dans l'intérieur, & elle n'en est pas imprégnée comme il faut. C'est une illusion qui trompe ceux qui la regardent. Les Ouvriers expliquent cette singularité, en disant que cette blancheur apparente vient, de la quantité des scories qui occupent le foyer, & qui sont d'une couleur blanche, lesquelles environnant, pour ainsi dire, de leur couleur la masse à fondre, fascinent les yeux, & transmettent à cette masse une apparence de blancheur. 4°. Quoiqu'il paroisse une grande quantité de charbons quand ils sont trop humides, & quoique le fer ne se purge pas bien de ses crudités, l'humidité des charbons est cependant de quelque utilité. Elle contribue à amollir le fer qui seroit trop dur ; & celui qui est cassant, en devient plus ténace. Au contraire, si les charbons sont trop secs, on dit que le fer se durcit, parce qu'il est brulé par un trop grand feu ; d'où les Ouvriers ont établi leur regle, que les charbons humides amollissent le fer, & que ceux trop secs le durcissent dans la recuisson, & non quand on le chauffe pour le porter au marteau.

D'ailleurs on a coutume d'arroser les charbons du foyer quand on voit que la flamme perce à travers, & s'éleve trop haut. On renferme ainsi le feu dans son champ de bataille ; ce qui se fait pour plusieurs raisons : 1°. Pour empêcher que la flamme ne consume inutilement trop de charbons, notamment ceux qui sont en dépôt proche du foyer, & sous lesquels il n'y a point de fer à mettre en fusion. 2°. En concentrant le feu dans l'intérieur du foyer, & ne lui permettant pas de passer ses bornes, il travaille sur le fer avec plus de force & d'action ; c'est donc un moyen d'augmenter la chaleur 3°. Non-seulement la chaleur ainsi renfermée augmente, mais le fer s'amollit par l'aspersion de l'eau : ce qui est trop dur, s'adoucit. Il arrive tout le contraire si le fer a été cuit dans un feu trop sec ; le fer arrosé se tire aussi plus facilement en barres sous le marteau. 4°. Quand par le moyen de l'eau on arrête subitement la flamme qui dominoit tout le foyer, on peut voir dans l'instant de quel côté le feu est le plus grand : car lorsque la superficie du charbon est une fois éteinte, le feu s'échappe bientôt après par l'endroit où il est le plus pressé par le vent, & où il y a une ouverture plus libre ; ce qui est cause qu'on arrange incontinent la masse dans le foyer, de maniere que le feu l'enveloppe également de toutes parts.

De la sortie des scories d'un foyer de forge, & de leur usage pour la recuisson du fer.

LES scories sont fort utiles au rafinage du fer crud : ce sont elles qui font fondre le fer, qui effectivement se liquéfie par leur secours, comme le sel dans l'eau. Elles tiennent lieu de menstrue & de dissolvant. En effet, si le fer en fusion ne tomboit pas dans un bain de scories liquides, les parties légeres ne pourroient se séparer des pesantes, les pierreuses des métalliques, ni les chaudes des froides. On en doit conclure qu'il faut nécessairement dans le foyer une certaine quantité de scories. Non-seulement elles servent à sa division, mais elles purifient le fer, & le rendent fusible & ductile. Un habile Ouvrier sçait en faire usage à propos.

Les scories qui en différents temps sortent du foyer, sont de plusieurs especes. Les Ouvriers rejettent les unes, & détournent les autres pour certains usages, auxquels ils les destinent : par exemple, les scories que l'on tire du foyer, quand on recuit le fer pour la seconde fois, sont de la meilleure espece : elles sont remplies de fer & de pierres très-fusibles. Etant remises au foyer, non-seulement elles fondent, mais en facilitant au fer le moyen de fondre avec elles, elles lui servent de menstrue ou de dissolvant. Quand elles sortent du foyer, on les jette sur le champ dans une fosse remplie d'eau, dans laquelle elles se réduisent en une espece de poussiere. Après qu'elles sont ainsi préparées, on les met dans quelque coin proche de la cheminée, pour s'en servir dans le besoin. Toutes les fois que l'on remarque dans le fer un ou plusieurs endroits cruds & comme polis, qui en même temps soient rouges comme du sang, (couleur qui fait facilement distinguer ces endroits cruds) sur le champ on y jette de ces scories, éteintes dans l'eau, qui

qui emportent les crudités, les dissipent, & leur ôtent cette disposition qu'elles ont à éclater en étincelles : enfin elles précipitent ces parties crues dans le fer en fusion. Si le fer ne fond pas aisément, ou s'il a été altéré par un trop grand feu, il ne jette pas beaucoup de scories. Si alors on jette dessus quelques pelletées de ces scories choisies, non-seulement elles temperent la trop grande chaleur, mais elles font fondre le fer, le défendent du feu qui le brûleroit, & le rendent ductile & malléable, pendant que privé du secours de ces scories, il seroit resté dur & fragile. Leur principal usage, c'est quand on recuit le fer pour la seconde fois, & lorsqu'il faut chauffer les barres, qui par leur moyen s'échauffent plus facilement, & en deviennent plus douces & plus ductiles. Le foyer doit être plein de ces scories jusqu'à un certain dégré, & quand les barres de fer paroissent brûlées d'un trop grand feu, on les trempe dans ces scories liquides, comme dans un bain. Lorsqu'on les en a retirées, on les met au feu sec ; par ce moyen on tempere à son gré leur excès de chaleur. En voilà assez pour faire juger combien elles sont utiles, tant pour la seconde cuisson du fer, que pour échauffer les barres.

Au premier coup d'œil, les Ouvriers connoissent si le fer que l'on doit porter sous le marteau, est trop ou trop peu chauffé. S'il jette des étincelles, qui mêlées de flamme passent à travers les charbons, c'est une marque d'une trop grande chaleur. Sur le champ on plonge le fer dans les scories, & on l'y rafraîchit comme dans un bain ; c'est-à-dire, qu'on le réduit au dégré de chaleur convenable. On juge encore à la couleur de la flamme, trop blanche, & d'un brillant blanc, si le fer essuye un trop grand dégré de chaleur.

On mêle ordinairement à ces scories des battitures, & autres menus morceaux de fer qui tombent autour de l'enclume. On les jette sur les masses de fer qui ne sont pas d'une nature bien fusible ; ce qui les fait fondre aisément. En fondant elles-mêmes, elles se joignent au fer, dont elles augmentent le poids. Ces battitures, qui ressemblent à des lames, des écailles, ou des filaments, se mettent aussi dans le foyer, si les scories, qui en occupent le fond, sont trop crues, ou si le fer est chauffé dans un feu trop sec qui lui ait fait perdre sa ductilité. On ne peut pas déterminer au juste la quantité qu'il faut mettre de ces battitures : une espece de fer en demande plus, un autre moins. Si le fer par lui-même fond aisément, & qu'il donne des scories d'une bonne nature, il en faut moins : si le fer est d'une moindre qualité, il en faut davantage. J'ai vû mettre une, deux, cinq, six, & jusqu'à sept pelletées de ces battitures. Sur-tout si l'on voit dans la masse du fer des parties crues, on met dessus, comme on l'a dit, de la poudre de ces scories, & par-là on découvre la qualité du fer, s'il est sec ou fluide dans la liquation.

Les scories en bain dans le foyer donnent des signes très-manifestes de la nature du fer ; s'il est d'une bonne ou d'une mauvaise qualité ; s'il est encore crud ou purifié ; quel est le dégré de liquation & de purification ; si le fer est ténace & ferme, doux ou réfractaire, fusible ou non, &c. En effet, si on plonge un ringard ou quelqu'autre morceau de fer dans les scories en fusion, on connoît par celles qui s'y attachent, les qualités dont nous venons de parler. Si les scories s'attachent trop fortement au ringard, & que cette espece de croûte ne puisse en être détachée par aucune percussion, ni par aucuns coups de marteau, c'est une marque d'un fer dur, rébelle & brûlé. Lorsque cela arrive, on met dans le foyer, des scories dont il s'agit, lesquelles se mêlant aux scories réfractaires, chassent du fer les parties qui le vicioient. Dans ce cas, & à chaque fois, on met au moins trois pelletées de nos scories, jusqu'à ce qu'on en voie au fond du creuset une suffisante quantité en bain. On en jette trois ou quatre fois pendant le temps de chaque recuisson. On les place vers la partie postérieure de la masse ; & comme la liquation faite dans un bain de mauvaises scories a porté préjudice au fer, on répare ordinairement ce tort par l'addition de ces battitures ramassées autour de l'enclume ; ce qui non-seulement augmente le poids du fer, mais encore le rend plus doux & plus ténace.

Si les scories attachées au ringard sont de couleur verdâtre ou tirant sur le noir, c'est un signe d'un fer de très-mauvaise qualité : au contraire, si elles blanchissent, c'est une preuve d'un bon fer ; la couleur rouge n'est pas une bonne marque : tels sont les signes par lesquels les Ouvriers experts jugent de l'état de la liquation & de la qualité du fer ; c'est pour cela qu'ils ne sont pas longtemps sans sonder l'état du foyer & la qualité des scories en fusion, afin de la corriger dans le besoin, soit par l'addition des battitures, soit par celle d'une partie de meilleur fer, soit enfin par le mélange d'autres scories, qui, faisant l'office d'un menstrue, dépouillent le fer de ses parties nuisibles.

Au commencement de la recussion, on emplit la plus grande partie du foyer de scories de la meilleure espece, de façon que la solution du fer se fait dans une liqueur & un menstrue convenables : ce qui améliore le fer. Sur la fin, on laisse une assez grande partie des scories, pour n'avoir pas besoin d'en ajouter d'autres pour une nouvelle recuisson.

D'ailleurs, les ſcories qu'on laiſſe quand la cuiſſon eſt finie, cachent & recelent beaucoup de fer, quoiqu'elles paroiſſent légeres, bourſoufflées & remplies de bulles : on connoît qu'elles contiennent du fer, à leur couleur, & ſur-tout à leur fuſion réitérée.

Au reſte, les Ouvriers, à l'aide des ſcories, ſont dans l'uſage de rendre non-ſeulement fuſible, mais malléable & ductile, le fer le plus mauvais & le plus crud. Si en effet, il eſt encore crud, rempli de mines & très-caſſant à froid, on n'a qu'à le mettre dans un bain des meilleures ſcories, ou de celles qui proviennent d'un fer ſulfureux, il ſe dépouille des parties nuiſibles ; il perd ſa crudité & ſa fragilité, au moyen des parties de ſoufre qui s'inſinuent dans le fer, & contribuent à ſa ductilité : les ſcories qui reſtent après cette cuiſſon, ſont de très-mauvaiſe qualité & d'un uſage nuiſible.

Pendant que j'en ſuis à la deſcription des ſcories, il faut remarquer que ſi on les jette toutes enflammées dans un baquet d'eau, elles tombent en une eſpece de pouſſiere. Si même au ſortir du foyer, on les précipite dans l'eau, enſorte qu'elles en ſoient entiérement couvertes, avec la précaution de ne point les écraſer, il arrive qu'elles éclatent ſous l'eau en mille parties, avec bruit & grand fracas, non ſans danger des aſſiſtans : c'eſt de-là qu'on a établi la regle, qu'il faut donner paſſage à l'air & au feu enfermés dans les ſcories. D'autres fois, on voit le feu ſe conſerver long-temps ſous l'eau : il y brille dans les ſcories, & la flamme qui en ſort, s'ouvre un paſſage à travers de l'eau. Enfin, s'il n'y a que la moitié des ſcories plongée, on voit celle qui eſt dans l'eau s'éteindre tout de ſuite, noircir ſenſiblement & ſe couvrir d'une eſpece de croûte de fer, tandis que l'autre partie, qui eſt hors de l'eau, reſte long-temps rouge ; toute la force du feu s'y retire d'abord, & après un petit eſpace de temps ſe réfugie en un ſeul point qui s'éteint le dernier : après quoi les ſcories prennent par-tout leur couleur naturelle.

Ce n'eſt pas tout ; ſi on jette avec violence dans de l'eau froide un morceau de fer chauffé à blanc, ou ſi l'on plonge avec effort un ringard rouge dans l'eau, auſſi-tôt on entend un grand bruit ſemblable à un coup de piſtolet, ou pareil à celui que feroit un morceau de fer froid, frappé avec violence contre un corps dur ; de même, ſi on jette de l'eau entre le marteau & une barre de fer qu'on y étend, il en réſulte un ſi grand bruit, que, pendant quelques moments, il occaſionne au tympan de l'oreille une certaine ſurdité : la réſiſtance ou le combat du chaud & du froid, c'eſt-à-dire, du feu & de l'eau, eſt ſi grande, que du choc de ces matieres ennemies, il provient un bruit auſſi violent que déſagréable.

Signes de la liquation du fer dans un foyer de forge, tirés du feu & de la flamme.

NOUS venons de rechercher les indices que peuvent donner de la qualité du fer, les ſcories dans leſquelles on le fond ; il y en a encore d'autres qui manifeſtent ſa nature & l'état de la liquation, ſçavoir, la couleur de la flamme ; car, ſortant du foyer au travers des charbons, elle change de couleur & de figure comme un autre Protée. On juge donc par la flamme du foyer, ſi la liquation ſe fait bien ; ſi le fer eſt crud, s'il eſt aſſez purgé de ſes ſcories & parties vicieuſes, s'il eſt rebelle & intraitable ; & comme la flamme change de couleur depuis le commencement de la recuiſſon juſqu'à ſa fin, on peut, avec ſon ſecours, connoître les dégrés, ainſi que le ſuccès intérieur, de la recuiſſon. D'ailleurs, les Ouvriers ont une regle entr'eux : c'eſt, que ſi la flamme paſſe librement, ſa couleur eſt la même que celle des ſcories : car les particules de ſcories mêlées avec la flamme, s'élevent enſemble au-deſſus des charbons, & par ce mélange lui donnent leur couleur. De-là, ils jugent ſi la flamme eſt rouge comme l'aurore ou du ſang, ou bien de couleur d'écarlate ou de ſafran, que le fer eſt dur ; qu'il manquera de ductilité ; qu'il a beſoin, pour ſe purger de ſes parties hétérogenes & vicieuſes, de l'addition d'une grande quantité de meilleures ſcories, & de battitures. Dans le commencement de la liquation, la flamme eſt toujours rouge, ou de couleur rouſſe & ſafranée ; mais on n'en peut alors tirer aucuns indices certains. En voici la raiſon : la flamme très-blanche par elle-même, rougit par le mélange de la poudre de charbons. Quoique ces pouſſieres noires ſoient allumées, elles ſont très-épaiſſes, & en ſe mêlant à une flamme brillante, elles changent en rouge, en roux, ou en pourpre ſa couleur naturelle. La même choſe arrive encore, ſi les fumées viennent de quelque autre cauſe, qui attire & entretienne le feu. Dans la ſuite de l'opération, la couleur jaune-clair paſſe au bleu-blanc, & enfin au blanc-brillant, tirant ſur le couleur de chair : plus la flamme eſt blanche, mieux l'opération ſe fait dans le foyer.

Si la flamme a quelques teintes de verd, c'eſt une marque qu'il y a dans le fer beaucoup de ſoufres, dont il faut le dépouiller entiérement ; car la quantité de ſoufres rend le fer caſſant à chaud. Dans la ſeconde cuiſſon, comme le foyer eſt rempli de ſcories, la flamme, ainſi qu'on l'a déja dit, imite leur couleur, paroiſſant tantôt rouſſe, tantôt couleur de gris-cendré, & ſouvent mêlée de verd par-ci, par-là, ſur-tout quand on vient de mettre des charbons, qui ne ſont pas

encore allumés : si au contraire il y a peu de scories dans le foyer, la flamme prend à l'instant une autre couleur. Si elle blanchit trop, ce qui indique qu'elle est mélangée, comme cela arrive souvent, avec des étincelles de fer, blanches, denses & volatiles, c'est une marque d'une liquation trop vive, d'un trop grand dégré de chaleur : il faut dans ce cas éloigner le fer de la flamme, ou diminuer le fer ; autrement on brûle ordinairement la barre de fer que l'on vouloit simplement chauffer.

Les étincelles, qui sortent du foyer, ne sont pas toujours ni de la même nature, ni de la même couleur. Sont-elles pâles, volatiles, subtiles & très-brillantes ? assurez-vous qu'elles sont de fer pur : mais si elles sont rouges & épaisses, concluez-en qu'elles proviennent des scories. Les premieres sont très-petites, vives, de figure ronde ou ovale, rendant le feu, pour ainsi dire, étoilé, fleuri, gai & vif : les autres sont épaisses, languissantes, & souvent, mais pas toujours, de forme angulaire.

De la dissection de la grande masse chaude sous le marteau.

La seconde cuisson étant finie, & après que le fer est bien purifié & ramassé en une seule masse, on enleve de sa place cette masse au bout de 30 ou 60 secondes : elle paroît aux yeux grossiere & informe, couverte de beaucoup de poudre de charbons & de scories. Avant que de la porter sous le marteau, on ôte cette poudre & ces scories, jusqu'à ce que le fer soit à découvert : ainsi, enlevée du foyer & de la cheminée, & suffisamment nettoyée, on la met à terre sur le sol de la forge. Quant à la figure, elle est plate d'un côté, ronde & inégale de l'autre : Quand elle posée sur l'aire de la forge, on la bat en tous sens, avec des marteaux & des masses, pour effacer toutes ces inégalités. Sans cette précaution, on ne pourroit pas retourner facilement cette masse sur l'enclume, ni la tenir affermie sous les coups du gros marteau ; car s'il y restoit quelque inégalité, quelques parties anguleuses, elle seroit bientôt renversée de dessus l'enclume. Avant que cette masse brûlante y soit placée, il en sort çà & là des ruisseaux de scories, comme le sang coule d'une veine ouverte. On voit même des veines cachées de cette masse, dégoutter une eau rougeâtre. Ici, il part un tourbillon d'étincelles : là, la flamme paroît & s'échappe avec force : ailleurs on voit dans l'intérieur même de la masse des endroits brillants, les uns rouges, les autres roux. On diroit que cette masse prend plaisir à nous offrir une nombreuse & agréable variété de couleurs. Par la maniere dont le feu agit dans les grandes masses, il représente ses effets sur une petite.

Cette masse grossiere & informe se place sur l'enclume à l'aide d'un levier & d'un contre-poids, ou avec des ringards ; elle y est portée par quatre hommes vigoureux. On a soin que d'avance le marteau soit levé à sa plus grande hauteur, pour qu'il y ait assez d'espace pour la recevoir. Tout étant ainsi bien disposé, on fait mouvoir le marteau, qui par son propre poids frappe la masse, foiblement d'abord, parce que les chûtes ne sont pas hautes. A force de frapper, il égalise & diminue l'élévation de la masse, ensorte que l'espace parcouru à chaque chûte augmentant à proportion que l'épaisseur de la masse diminue, les coups du marteau deviennent plus forts. On continue ce travail jusqu'à ce que la masse soit diminuée, & réduite à la forme d'un gâteau épais. Dans le commencement on épargne l'eau à la roue, afin que les dents, qui sont enclavées dans l'arbre qu'elle fait mouvoir, soulevant moins vîte le morceau de bois auquel le marteau est emmanché, ce marteau aille moins vîte lui-même, & frappe la masse plus doucement. Dans la suite, quand elle est unie, & qu'on peut la tenir fermement sur l'enclume, on donne plus d'eau à la roue, qui précipite l'exhaussement & les chûtes du marteau, qui alors frappe plus rapidement. Ses coups forts & redoublés sont nécessaires : sans eux la masse, chaude & molle depuis long-temps, se durciroit au point de résister au ciseau avec lequel on doit la partager.

Quand la masse de fer est diminuée de volume, & réduite en forme de gâteau, on la coupe en cinq, ou six, ou sept morceaux. Cette division se fait par le moyen d'un ciseau taillé comme un coin, & tel qu'on le voit dans la *Figure A B C.* Il est rond, & non pas aigu en *M. B* est un manche de fer que l'Ouvrier tient dans ses mains, ayant eu soin de le garnir de linge ou d'étoffe. Avec le secours de ce manche, qui n'est pas long, l'Ouvrier tourne le ciseau à volonté, le présente, le place entre le marteau, qui frappe à grands coups, & la masse à couper ; le retire, & le replace jusqu'à ce qu'il y ait un morceau de coupé. Cela fait, il met le ciseau dans l'eau froide ; puis il l'emploie de nouveau pour couper un autre morceau ; ce qu'il réitere jusqu'à ce que la masse soit divisée comme il l'avoit projetté. Chaque morceau coupé tombe au bas de l'enclume. Si à chaque séparation d'un morceau de la masse entiere, on n'a pas soin de plonger le ciseau dans l'eau, il s'échauffe & se détrempe, ensorte que l'acier, privé de sa dureté, n'est plus état de couper le fer.

Il faut se dépêcher dans cette opération,

de crainte que la masse venant à se refroidir, au lieu de céder au ciseau, ne le fasse rejaillir. L'Ouvrier partage la masse, comme nous l'avons déja dit, en cinq, six ou sept parties égales, suivant que son ouvrage le demande, c'est-à-dire, suivant qu'il veut faire les bandes de fer plus ou moins longues, & plus ou moins épaisses. Quelquefois quand la masse n'est point assez grosse pour être divisée en six morceaux, on se contente de la partager en quatre ou cinq.

Un Ouvrier saisit avec les mâchoires d'une tenaille le premier morceau coupé qui est tombé, & le porte au milieu du foyer enflammé, où on le tient enfermé jusqu'à ce que le reste de la masse soit divisé. On porte de même le second morceau coupé à côté du premier, & ainsi des autres successivement. Pendant ce temps-là, on arrose d'eau fraîche le marteau & l'enclume. Sans cette précaution, & à force de frapper sur une masse brûlante, & d'être environnés de feu, ils s'échaufferoient prodigieusement l'un l'autre; l'acier s'amolliroit, & ne seroit plus propre à dompter le fer.

Cela fait, on retire du foyer le premier morceau, & on l'expose aux coups du marteau sous lequel on le tourne & retourne, jusqu'à ce qu'il s'allonge, que ses inégalités soient effacés, & qu'il soit bien uni. On en fait de même pour les autres morceaux, qui tous étant chauffés à différentes reprises, sont plus aisément réduits en barres.

Maniere de mettre en barres les morceaux coupés.

APRÈS que les morceaux de fer ont été unis & polis sous le marteau, de la maniere que nous avons dit, on en rapporte un au milieu du feu, & proche le vent, afin de le chauffer à blanc, & qu'en cet état il puisse être battu & étendu en bandes par les coups du marteau. Pendant ce temps, on tient un autre morceau dans le plus fort feu pour le chauffer au point de pouvoir être porté au marteau, après que le premier a été suffisamment battu. On tourne & retourne dans le foyer le morceau que l'on chauffe pour le réduire en barres, de façon que l'on oppose au vent tantôt un de ses côtés, tantôt l'autre, afin qu'il soit également adouci par-tout par le feu. Quand tout cela est fait, l'Ouvrier souleve son morceau, pour examiner s'il a le dégré de chaleur requis, & s'il a la vraie couleur du feu. Un Ouvrier qui n'a pas l'habitude de se connoître au feu, est facilement trompé par de fausses apparences. Lorsqu'on voit que le fer n'est pas assez chaud, pour être porté au marteau, on l'approche du vent, & on met de nouveaux charbons pour augmenter la chaleur; on y tient le morceau à façonner, jusqu'à ce qu'il ait acquis une véritable couleur de feu. Alors, quand il voit que ce morceau a le dégré de chaleur suffisant, on le porte sur l'enclume, & on met un autre morceau à sa place.

Avant que de tirer le fer du foyer, l'Ouvrier examine avec attention, ainsi que nous l'avons dejà dit, quelle est la couleur que le feu lui a donnée. S'il est iutelligent, il voit au premier coup d'œil, s'il est assez chaud, ou non, & si on doit le porter sous le marteau. La marque que le morceau de fer à étendre est pénétré d'une chaleur suffisante, c'est quand il est blanc, tirant un peu sur le bleu, de façon que la couleur change du blanc au bleu, ou verd-d'eau. Si le fer manque de chaleur, ou on le tient plus long-temps exposé au vent & à la flamme, ou l'on augmente la chaleur dans le foyer. Au contraire, si le fer est trop chaud, ce qui se connoît à plusieurs signes, on l'éloigne du vent, en le plaçant sur les charbons, afin que dans un feu plus modéré il tempere sa trop grande chaleur. Si ce remede est inutile, & que le fer soit encore trop chaud & brûlé, on le plonge dans le bain de scories qui occupe le fond du foyer. Par cette immersion, qui fait, pour ainsi-dire, le même effet que l'eau jettée sur le feu, on ramene le fer au dégré convenable de chaleur, dont on ralentit & modere l'excès.

Il arrive quelquefois que l'on est trompé à la couleur du fer enflammé: voici ce qui en est cause. Des scories crues & d'une mauvaise qualité, donnent au fer enflammé une couleur verdâtre ou bleuâtre qui séduit l'Ouvrier par les apparences, qui lui dénotent ordinairement que le fer est suffisamment chauffé, tandis que ce n'est qu'une espece de croûte qui offre à ses yeux la couleur qui le trompe. Quelquefois même cet Ouvrier ainsi trompé, porte au marteau une piece qui n'a pas la moitié de la chaleur qu'elle devroit avoir. Il connoît bientôt, mais à son désavantage, l'erreur qui l'a séduit, & qui lui prouve la nécessité où il est de bien connoître la nature des scories qui sont dans son foyer. Il est souvent obligé de tremper & retourner son morceau de fer dans les scories en bain, d'où il le retire comme enduit de ces scories. Sous cette croûte, ou si vous voulez, cette enveloppe, le fer chauffe mieux, & ne brûle pas si aisément. D'ailleurs, de crainte qu'il ne soit altéré par un trop grand feu, on le trempe, comme nous avons dit, dans des scories fluides, qui ont un moindre dégré de chaleur. Lorsque les scories sont trop crues, & d'une mauvaise qualité, il faut en débarrasser entiérement le foyer, & l'emplir de meilleures.

L'opération qui se fait au marteau, dure ordinairement une heure & demie, ou deux heures, pendant lesquelles on retient les scories dans le foyer, sans les en laisser sortir.

On

On a vû combien leur secours est nécessaire & d'usage pour forger le fer. Pendant le temps de la malléation, le feu & le vent doivent toujours être très-vifs dans le foyer que l'on ne charge pas de beaucoup de charbons : une médiocre quantité suffit.

La flamme qui s'échappe de toutes parts à travers les charbons, lesquels, vû leur petite quantité, sont répandus çà & là, monte à la hauteur d'un demi-pied, en imitant la figure d'une espece de colonne : elle est alors de couleur verd-jaunâtre plus foncée dans le dessus. Aux endroits où le vent n'est pas impétueux, la flamme ne monte pas si haut, & elle est violette & bleue. On voit de temps en temps s'élever à travers la flamme de petites étincelles blanches & brillantes. C'est autant de fer pur qui se volatilise. D'abord que l'Ouvrier en apperçoit, ou il jette des charbons dessus le fer qui darde cette grêle d'étincelles, ou il le plonge dans les scories liquides : à ce moyen, il éteint la trop grande chaleur qui brûloit le fer. Plus souvent, au lieu de charbons, on jette sur le fer trop ardent, du sable ou des scories pilées, qui forment sur sa superficie une espece de croute : c'est un moyen assuré de faire cesser la scintillation. D'autres fois, on l'expose à un moindre degré de chaleur en le mettant au-dessus des charbons. Ordinairement le fer scintille quand il brûle. Si l'Ouvrier n'y regarde pas souvent, & ne veille pas attentivement aux différents dégrés de chaleur, le fer est souvent brûlé ; ce qui fait non-seulement une diminution pour la quantité, mais encore une perte pour la qualité.

Les Ouvriers entendus, en voyant le mal, voient aussi-tôt le remede qu'il y faut apporter : mais chaque espece de fer ne se ramene pas de la même façon au dégré de chaleur qui lui convient. Les uns résistent au point, qu'à force d'être brûlés, on les plonge inutilement dans les scories fluides, ou qu'on les expose en vain à un moindre degré de chaleur. C'est donc une raison pour sçavoir donner un remede convenable à chaque maladie. Pour peu que le fer soit une fois brûlé, il perd sa ductilité. Ses fibres & ses nerfs sont détruits & coupés. On tente inutilement de les rétablir ; ce qui doit déterminer à augmenter la chaleur successivement & par dégrés.

Avant que de porter le fer sous le marteau, l'Ouvrier l'expose pendant quelques momens au plus grand feu, afin qu'il soit légérement pénétré d'un feu violent. L'y laisser trop long-temps, ce seroit courir le risque de le brûler.

Quand enfin le fer a acquis le degré de chaleur convenable ; on le tire sur le champ du foyer, & on le saisit avec une tenaille pour le porter sous le marteau. Si ce morceau qu'on va battre, jette trop d'étincelles, on le roule dans des scories froides & pulvérisées, ce qui fait à l'instant mourir les étincelles, au moyen de ce que l'on bouche les issues par lesquelles elles s'échappoient. C'est par la même raison, que le fer battu par le marteau n'en jette point non plus une si grande quantité. Au surplus, quand on traîne ce morceau de fer du foyer au marteau, il jaunit à cause des scories en fusion dont il est environné, & qui, semblables à un petit ruisseau, découlent sur le sol de la forge. En se refroidissant, les gouttes se convertissent en especes de petits globules.

Après que le morceau chauffé & saisi par une tenaille, a été porté sur l'enclume, on commence par le faire battre & diminuer dans le milieu, sans toucher aux deux extrémités. On tient d'abord le morceau de fer en travers sur l'enclume, & on le tourne & retourne de côté & d'autre sous les coups du marteau, jusqu'à ce qu'on lui ait donné une forme quarrée. Si on a dessein de le tirer en bande applatie, c'est-à-dire, si de ses quatre faces, deux doivent être plus larges que les autres, on commence, dans cette premiere extension, à le faire approcher de la forme projettée. Dans ce premier travail, l'Ouvrier étend son morceau de fer de deux ou trois pieds ; après quoi il le pousse avec force sur le travers de l'enclume, jusqu'au bout saisi par sa tenaille, ensorte que l'autre bout qui excede l'enclume, va frapper contre le support de l'arbre de la roue, ce qui fait courber son morceau de fer qu'il retire ensuite, toujours sur le travers de l'enclume, petit-à-petit, successivement, & à chaque coup de marteau sous lequel il s'applatit, & s'élargit de deux faces. Cela fait, l'Ouvrier change de place, & quittant le travers de l'enclume, il place sa bande suivant la longueur de l'aire de l'enclume : là, il la tourne & retourne continuellement, exposant tantôt aux coups du marteau les deux faces qui doivent être les plus larges, tantôt celles qui font l'épaisseur de la bande. Il faut être adroit & prompt à la retourner, sur-tout, si, comme on le doit, on fait aller le marteau très-vîte ; on doit éviter qu'il donne deux coups au même endroit, crainte que l'on n'en voie les traces. Quand cette partie de la bande est ainsi battue, & diminuée de volume sur sa longueur, l'Ouvrier la rapporte sur le travers de l'enclume, la repousse une seconde fois contre le support de l'arbre de la roue, & la retire à soi petit-à-petit, jusqu'à ce que par les coups successifs du marteau, il lui ait donné la largeur & l'épaisseur qu'on demande ; mais comme alors les coups de marteau donnés sur le fer, en travers de l'enclume, y paroissent, il replace une seconde fois sa bande sur la lon-

gueur de l'aire de l'enclume; & là, après avoir ralenti le mouvement du marteau, il la dresse sur ses quatre faces. Enfin, pour la polir, on fait aller le marteau encore moins vîte, & un enfant jette de l'eau, qui découlant du marteau sur la bande & sur l'enclume, humecte toute la superficie de la bande, d'où la chaleur la fait sur le champ dissiper en vapeurs. Alors, & à chaque coup de marteau, il se fait un grand bruit capable de causer aux oreilles une espece de surdité momentanée. Cela vient nécessairement de l'interposition de l'eau & de sa prompte évaporation. C'est ainsi qu'on polit le fer, & ces percussions froides enlevent toutes ses inégalités & ses pailles. Pendant toute cette opération, un autre morceau de fer que l'on a placé devant la thuyere, acquiert le dégré convenable de chaleur. On le travaille de même sous le marteau; & quand il est, ce qu'on appelle *étiré dans le milieu*, on le reporte, de même que le premier, dans le foyer, y plaçant un des deux bouts, qui est resté entier, pour être adouci par le feu. Lorsqu'il est suffisamment chaud, on le reporte sous le marteau, où on le bat, & on l'étire en bande ou barreau, de l'échantillon demandé. En Suede on appelle ce morceau de fer à moitié forgé, *Utreckia-i-kolf* (21).

On expose à l'air la barre ci-dessus forgée, pour qu'elle y refroidisse. Pendant que l'on porte au marteau le second morceau, on en approche un troisieme du vent, & on le met dans le centre du feu : & ainsi des autres successivement. S'il est nécessaire, ou que le travail presse, on porte la macquette hors de la forge, & on l'y expose à l'air humide : on la plonge même quelquefois dans l'eau, afin qu'elle soit plutôt refroidie. Quand il y a quatre ou cinq morceaux en macquettes, on en met deux à la fois dans le foyer, non loin du vent, & on les y tient jusqu'à ce qu'on ait forgé, comme les autres, le sixieme ou dernier morceau de la masse qui a été divisée : ensuite on observe exactement l'ordre qui suit, sçavoir, qu'il y ait deux macquettes à côté du vent, c'est-à-dire, au second degré du feu, pendant qu'une troisieme est immédiatement exposée au vent, & dans le plus grand feu du foyer : à ce moyen, on a toujours quatre morceaux, dans l'ordre qu'ils ont été forgés pour la premiere, la seconde ou la troisieme fois.

Chaque morceau de la masse partagée, est ordinairement porté trois, quatre & jusqu'à cinq fois, sous le marteau, suivant qu'il bat vîte, ou que l'on veut une bande plus ou moins longue : à chaque fois, on l'allonge de trois pieds à trois pieds & demi. Si on compte les coups qu'il essuie à chaque fois, cela va pour l'ordinaire, à 450 pour la premiere, à 380 ou 400 pour la seconde, à 500 pour la troisieme, & à 400 ou environ pour la quatrieme, en tout 1700 coups de marteau pour forger une bande : cela differe cependant suivant que le fer est plus ou moins chauffé.

Quant à l'extension du fer sous le marteau, voici ce qu'il faut observer, 1°. il faut prendre garde que le marteau ne frappe plusieurs coups de suite sur le même endroit : car s'il tombe deux ou trois fois sur la même place, la bande prend trop de largeur & s'amincit trop, de façon que quand on la retourne sur le côté, elle plie, & ne peut plus se rapprocher comme on le voudroit. C'est pour éviter cet inconvénient, qu'on la tourne & retourne continuellement en tous sens, pour que les coups de marteau ne fassent pas de plus profondes impressions en un endroit qu'en un autre. 2°. Sous les coups de marteau, il s'éleve sur la superficie des bandes, des lames & des pailles qui y sont adhérentes : on les coupe avec le cizeau (22), pendant que la bande est encore sous le marteau. Si cependant les pailles sont considérables, on coupe la bande dans l'endroit défectueux, & on en resoude les deux bouts en la maniere accoutumée. Pour ce qui regarde la cause efficiente de ces pailles, on peut croire qu'elles tirent leur origine de la nature du fer. Celui, par exemple, qui est cassant à chaud, parce qu'il abonde en soufres, non-seulement se divise en lames & morceaux, mais il a encore ce défaut, que sa masse qui n'a point de cohérence, se réduit en poussiere sous les coups du marteau, comme le feroit une terre qui manque de liaison. Mais, si sans pécher par un excès de soufres, le fer n'en a qu'une certaine quantité, alors il s'y leve des feuilles qui couvrent sa surface, comme des écailles ou des grains brillants, & qui s'en détachent & tombent d'elles-mêmes, par la seule violence des coups de marteau. Cette surface écailleuse du fer peut aussi provenir quelquefois, ou des charbons humides qu'on a employés pour le chauffer, ou du trop de chaleur que le fer a essuyée en chauffant, ou de quelque crudité restée dans le fer, ou enfin de la mauvaise qualité du fer même, sans parler de plusieurs autres causes.

L'ouvrage d'une semaine dure 132 heures. A chaque cuisson, y compris le forgeage, on emploie 8 heures ou 8 heures 48 minutes : mais s'il y a deux feux dans une forge, il ne faut que 4 heures 24 minutes. Par semaine, ou pendant l'espace de 132 heures de travail, on fait 17 ou 18 cuissons de fer crud, outre le forgeage. Si à chaque fois on a coupé la masse en six morceaux, on a 90 bandes pas semaine, pesant environ

(21) En France, on l'appelle *Macquette*. = (22) Le Hacheret.

3600 où 4000 par chaque feu : le double pour deux feux. Le poids du fer forgé par semaine varie cependant, & dépend du plus ou moins de longueur des bandes, ainsi que de leur plus ou moins d'épaisseur. Un seul feu de forge peut dans une semaine produire 4800 à 5600 de fer. J'ai oui dire qu'en une semaine, deux feux avoient produit quatorze & jusqu'à seize mille de fer : ce qui doit être bien rare.

A la fin de chaque semaine, on laisse six morceaux de fer, dont on a seulement abbatu les angles (23), pour le travail de la semaine suivante, & être étendus sous le marteau. Cette réserve a pour objet de profiter du même feu, qui en liquéfiant & cuisant le fer crud, sert à chauffer ces six morceaux pour les étirer en barres. J'ai vû aussi une masse, laissée dans le foyer & refroidie avant que d'être recuite; on l'avoit laissée pour commencer le travail de la semaine suivante: mais il n'y a point de profit à cela, parce qu'il faut beaucoup plus de charbons pour recuire une masse froide, que si elle étoit encore chaude.

De la maniere d'endurcir les grosses Enclumes.

On enfonce beaucoup les grosses enclumes dans leur tronc (24). On met dessous des lames de fer, de crainte que par la pesanteur des coups réitérés & sans nombre du marteau, elles ne creusent & n'approfondissent leur gîte. C'est donc pour empêcher que, en s'enfonçant trop, le marteau ne frappe plus à plomb sur l'enclume, qu'on met dessous des plaques de fer, quelquefois une seule, d'autres fois trois, même jusqu'à six ou sept, qui entretiennent l'enclume toujours à la même hauteur. Il faut observer que le tronc de l'enclume ou le stoc, doit être profondément enfoncé dans le sol de la forge, en mettant dessous un épais grillage de bois, sur lequel il sera posé simplement, sans y être attaché, afin que cédant à chaque coup du marteau, qu'on sçait être très-pesant, il plie & se releve, & qu'ainsi il chancelle à chaque coup, & qu'il en suive le mouvement : il en sera de même pour le bloc (25), qui soutient l'arbre du marteau. Il doit être couché sur le même chassis, pour suivre & se prêter au mouvement réciproque du marteau, & des dents de l'arbre (26). Cette ondulation & cette uniformité de mouvement dans le stoc & le chevalet, facilitent l'extension du fer sous le marteau; la barre y est tenue plus ferme, & étendue plus commodément : on peut lui donner une figure plus exacte, & une surface plus polie. D'ailleurs, à la faveur de tous ces mouvements réciproques, toutes les machines qui sont mues & tourmentées par une action très-violente, ne se dérangent ni ne se brisent pas si facilement.

L'enclume de forge, qui est de fer crud, pese ordinairement 1200 ou 1400. La partie supérieure (27) doit avoir la dureté de l'acier, afin qu'elle puisse résister long-temps aux coups fréquents du marteau: sans cela, elle s'écailleroit, & on ne pourroit plus unir ni polir le fer que l'on forge dessus. Chaque trou, ou, si vous voulez, chaque plaie, que lui fait le marteau, paroît dans l'aire de l'enclume, & leur empreinte s'imprime dans les barres de fer que l'on doit polir dessus : par conséquent, cette partie de l'enclume doit être très-dure. Pour la rendre telle, on fait blanchir au feu un morceau d'acier, qui a été préparé pour cela. On l'applique & le soude ensuite à la partie supérieure de l'enclume, suivant la méthode de faire les soudures usitée dans les forges, c'est-à-dire, en chauffant au blanc les deux morceaux qu'on veut souder ensemble. Après cela, on unit le dessus de l'enclume à coups redoublés de plusieurs marteaux à main, & on ne laisse pas un seul endroit qui ne soit battu, jusqu'à ce que le tout soit uni & droit en tout sens : pour en juger, les Ouvriers se servent de regles & de niveaux. L'enclume doit être sur-tout très-bien dressée dans le milieu, où les coups de marteau s'épaississent le plus souvent, c'est-à-dire, à la distance d'un demi-pied de chaque extrémité. De-là, & en tirant vers les deux bouts, on lui donne un peu de pente. Pendant que les Ouvriers pressent ce travail, & qu'à force de coups ils unissent l'aire de l'enclume, on doit la poser dans la chambre qui lui est préparée dans le stoc : on met dessous des lames de fer, que l'on arrose d'eau. L'enclume étant ainsi placée sur ces lames de fer, sa partie inférieure baigne dans l'eau, de façon que pendant que le dessus est frappé sans relâche, cette eau empêche que la chaleur ne gagne le bas. Dans le dessein d'unir toujours mieux le dessus d'une enclume, on trempe à chaque coup le marteau à main dans de l'eau, & l'on en frappe sa surface brûlante qui s'en polit mieux. Pendant qu'on fait cette opération, si on froisse avec un morceau de fer ou un marteau, la surface encore enflammée de l'enclume, ce simple froissement en fait sortir une quantité d'étincelles très-blanches, & semblables à celles que produit le choc d'un caillou contre de l'acier. Après avoir ainsi poli l'aire supérieure de l'enclume, on la tire de sa place & on la porte vers une eau courante, sur le bord de laquelle on place cette partie unie qui doit être opposée au marteau, de façon néanmoins que l'eau ne fasse que la toucher légérement, & pour ainsi dire, la lécher. On la

(23) Des pieces = (24) Le Stoc. = (25) Le Chevalet. = (26) Les Sabots. = (27) L'aire.

laisse ainsi pendant plusieurs heures, & on ne la retire que quand cette aire est refroidie & conséquemment durcie : ce qui s'opere d'autant mieux, que l'eau est plus froide & continuellement renouvellée. Pour cela, on met sous l'enclume une lame de fer, sur l'aire de laquelle l'eau coule en petite quantité, mais sans discontinuation, & touche légérement la partie enflammée de l'enclume, qui lui est opposée & tournée à l'envers.

Du mouvement plus vif ou plus lent du gros marteau.

Les marteaux, dont on se sert ordinairement dans les forges, sont très-gros & très-pesants; ils ne sont pas tous du même poids : les uns ne pesent que 900, d'autres 1200 (28). C'est un grand travail, que de faire un marteau, façonner les masses de fer qui doivent le composer, & les bien souder. On consomme ordinairement à cet ouvrage, douze lestes ou 144 tonnes de charbons. Pour les enclumes, on les fait de fonte ou de fer crud. On attend les derniers jours du travail d'un fourneau, pour les couler dans les moules que l'on a préparés dans le sable. Quelquefois on fait aussi les enclumes de fer pur dans un foyer de forge. Alors on a coutume de les faire moins grosses que celles de fonte. Pour la confection d'une enclume de fer, on consomme dix lestes de charbons : pour donner à l'aire du marteau la dureté nécessaire, on s'y prend de la même maniere que nous avons dite il y a un moment.

Voici quels sont les profits ou les pertes qui peuvent résulter du mouvement plus lent ou plus rapide du marteau; 1°. Si le marteau bat trop lentement, on ne peut pas couper la grande masse recuite en autant de morceaux, que si elle avoit été battue à coups précipités, parce qu'alors elle se refroidit & résiste au tranchant du cizeau : ce qui oblige de remettre au feu une partie de cette masse, d'où il résulte une dépense superflue de charbon & du temps. 2°. Si le marteau va vîte, on peut à chaque chaude (29) donner aux bandes une plus grande extension que s'il alloit doucement. En effet, une bande de fer, encore amollie par le feu, peut dans un certain espace de temps être allongée d'un demi-pied ou d'un pied; au lieu que si le marteau va lentement, le fer se refroidit & noircit avant que d'avoir, dans le même espace de temps, acquis cette extension : ensorte, que dans le premier cas, on n'aura besoin que de trois chaudes pour perfectionner une barre, tandis qu'il en faudra quatre ou cinq dans le second cas : 3°. Du manque de vîtesse dans le marteau, il résulte plusieurs inconvénients. Le premier dont nous avons déjà parlé, c'est qu'on ne peut couper tout de suite la grande masse, étant obligé de la chauffer une seconde fois pour achever de la diviser. Le second, qu'il faut donner aux pieces plus de chaudes, qu'on n'auroit fait si le marteau eût battu promptement; ce qui consomme en pure perte du temps & des charbons. Le troisieme, que plus le fer est chauffé de fois, plus ordinairement il s'en brûle, & plus il perd de sa bonne qualité : car ses nerfs sont sensiblement desséchés, & il devient moins ductile, outre que son poids diminue. Le quatrieme inconvénient, c'est qu'à la fin il faut battre à froid la bande que l'on forge : dès-lors le fer durci, réfléchit les coups du marteau, impuissant pour l'étendre. Le marteau tombant toujours sur un corps dur, se brise à la fin, soit à la tête, soit aux jointures du col, ou bien il se désoude ailleurs, & ne peut plus être de service : il faut en faire un autre pour le remplacer : tels sont les principaux inconvénients qu'occasionne la chûte trop lente des coups du marteau. Que l'on juge par eux des pertes considérables, & des dommages qui en résultent.

Observations générales sur le fer purifié, & battu en barres.

Il n'y a que le feu du foyer, qui mette bien à découvert la nature du fer crud. Tous les autres signes sont fort équivoques. Un fer crud, quoique très-cassant; donne souvent un fer très-ductile & très-pur. En revanche, un fer crud, qui offre dans sa cassure des lames & des points très-brillans, donne quelquefois du fer cassant à chaud; d'autres fois du fer cassant à froid. Si sa contexture intérieure présente de grandes lames brillantes & de grands yeux, & qu'avec cela il soit léger & très-cassant, c'est une marque certaine d'une mauvaise qualité. Il faut cependant attendre que le fer ait passé par le foyer de la forge, pour sçavoir & connoître s'il sera cassant à chaud ou à froid. Si une masse de fer est tenace quand elle est chaude, & très-ferme quand on la coupe au cizeau, c'est un signe que le fer est de la meilleure qualité : si au contraire elle est tenace à froid, & fragile à chaud, c'est un indice d'un fer rempli de soufres; comme on juge qu'il n'en a point, lorsque la masse est tenace à chaud, & fragile à froid. De toutes ces connoissances, on tire des signes assurés de la qualité du fer pour son extension en barres. On en tire aussi de la flamme & des scories, &c. ainsi que nous l'avons dit. Il y a une espece de fer qui, à la premiere fois qu'on la porte sous le marteau paroît tenace,

(28) Le *Lisspund* de Suede pese 45 grandes livres suivant notre Auteur, qui dit aussi que les marteaux de forge sont de 45 à 60 *lisspunds*.

(29) Terme usité par les Forgerons pour désigner le temps qu'une bande met à être chauffée, avant qu'on la porte sous le marteau.

& qui

& qui à la feconde ne peut que rougir fans acquérir cette blancheur, qui indique le degré de feu convenable ; il tombe en morceaux fous le marteau. Enfin, il y en a qui eft caffant à chaud & à froid ; c'eft le plus mauvais de tous.

D'ailleurs, par les gerfures ou crevaffes qui fe trouvent à la fuperficie d'une bande, ou qui en pénetrent l'intérieur, on peut encore juger de la qualité du fer forgé. Si les gerfures font fuivant longueur de la bande, on n'en peut rien conclure ; car il y a de l'excellent fer auquel cela arrive. On trouve fouvent de ces gerfures, fur-tout dans les endroits qui ont été trop applatis : mais fi elles font tranfverfales aux angles de la bande, & qu'elles en rendent la fuperficie rude & raboteufe, c'eft une marque que le fer eft fulfureux. Cette efpece de fer étant chauffée, ne fouffre pas les coups de marteau : il fe brife, & fe fend çà & là, quand il eft chaud. Lorfque le fer eft taché de ce vice, on voit de petites ouvertures & des fentes aux angles des bandes. On porte le même jugement lorfque ces angles font mal tranchés, rudes, mal unis, & remplis de petites inégalités ; car cette efpece de fer n'a jamais les angles aigus & nets. Il y a encore plufieurs autres indices, que j'ai jugé à propos de remettre à traiter dans la feconde partie de cet Ouvrage.

On a obfervé plufieurs fois que dans une même barre de fer, il y avoit une partie d'un excellent fer, & l'autre d'une très-mauvaife qualité. Si on met cuire dans le même foyer du fer de deux efpeces, chacune fe range de fon côté, le bon à un bout, & le mauvais à l'autre. A l'un d'eux, on voit des nerfs & des fibres qui le rendent tenace ; & à l'autre, des lames, des yeux, & des points brillants, qui annoncent un mauvais fer. De même, fi une barre de fer eft plus chauffée en un endroit qu'en un autre, on voit le bon & le mauvais fer fe féparer, & prendre chacun une place différente.

Le fer crud ne fort pas du foyer de la forge avec le même poids qu'il avoit quand on l'y a mis. Par le moyen du feu, on en expulfe une grande quantité de pierres, de foufres, & autres crudités, fans quoi l'on ne pourroit le purifier, ni le rendre ductile. La diminution qu'effuye le fer purifié, eft ordinairement de $\frac{6}{26}$ ou $\frac{3}{13}$; c'eft-à-dire, que quand on met, par exemple, vingt-fix livres de fer crud dans un foyer de forge, pour l'y purifier, on n'en doit retirer que vingt de fer forgé. S'il y en a moins, c'eft une perte pour l'Ouvrier ; comme tout ce qui eft au-deffus, eft un bénéfice pour lui. Telle eft la loi du Pays ; & l'Ouvrier perd ou gagne à proportion de ce qu'il y a plus ou moins de vingt livres de fer forgé, fur vingt-fix qui ont été mifes au foyer. On conçoit qu'au moyen de cette loi, l'Ouvrier doit mettre tous fes foins pour rendre la quantité de fer qui doit fe trouver, après le déchet qu'occafionnent les fcories & les fumées. Cependant fi on lui fourniffoit du fer mal digéré & trop crud, comme on ne peut le rendre ferme & ductile, que par une plus grande confommation & de fa fubftance & de charbon, il doit en prévenir fon Maître ; fans quoi toute la perte qui fe trouveroit au-delà du déchet accordé par la loi, feroit pour le compte de l'Ouvrier.

§. III.

De la Mine de marais ; de la maniere de la préparer & de la travailler en Suede, principalement en Angermanie & en Dalécarlie ; ou du fer qu'en Suéde on appelle Myrjern.

On pourroit en quelque façon refufer le nom de *mine de fer* à celle de marais ; car, au lieu de la détacher, comme les autres mines dont nous avons parlé dans les paragraphes précédents, de la roche dure qui y eft adhérente, on la ramaffe dans les terres molles, fur-tout dans les lieux marécageux & humides. Une remarque qui mérite attention, c'eft qu'on la trouve principalement dans les lieux feptentrionaux de la Suede, les plus expofés à la neige & aux fortes gelées, & non dans les provinces méridionales. Le pays natal de la mine de marais, fi l'on peut hazarder cette expreffion, font fingulierement le Jempterland, la Dalécarlie, & la Bothnie occidentale. On en trouve encore des veftiges ailleurs, mais fi peu, que, foit à raifon du peu de fer qu'elle contient, foit à caufe de fa petite quantité, on dédaigne de l'employer. Cette efpece de mine s'appelle en Suede *Myrmaln*, ou mine de marais. Elle reffemble à de l'ochre, ou à une terre rouge, & elle s'amaffe en tas fous la furface des marais. Elle n'eft pas d'une feule couleur ; mais elle en adopte plufieurs que nous indiquerons féparément ci-après.

L'invention de forger du fer, qui eft très-ancienne en Suéde, paroît devoir fon origine à la facilité de découvrir les mines de marais : car avant que les hommes ofaffent & fçuffent fouiller dans les entrailles de la terre, il eft probable qu'ils bornoient leurs recherches à fa fimple furface ; c'eft-là qu'ils recueilloient leurs métaux. On a auffi lieu de croire que les Sujous (1) avoient de toute ancienneté l'habitude de forger le fer pour s'en procurer

(1) Anciens peuples de l'Europe feptentrionale ou de la Scandie.

des haches d'armes, des lances, des boucliers & des dards armés de pointes de fer. On en juge par les monceaux d'armes de toutes ces especes que l'on a découverts en fouillant la terre, & qui par la succession des siécles se sont trouvés enfouis sous de vastes forêts très-anciennes : en sorte qu'il y a apparence que c'est d'eux & de leur fer que Virgile entendoit parler, quand il a dit :

.... Quod Noricus excoquit ignis.

On appelle aujourd'hui ces monceaux d'armes cachées sous terre, les arsénaux des payens. La simplicité des anciennes forges vient aussi à l'appui de notre conjecture.

Au sortir de la miniere, la mine de marais paroît d'abord d'une couleur rouge obscur, tanné ou châtain. Après avoir été exposée à l'air, & quand elle a perdu son humidité, elle s'éclaircit, c'est-à-dire, qu'elle prend quelques nuances de blanc. Elle est plus pesante que toutes les especes de terres ou de limons quelconques. Dans quelques endroits, par exemple, le Vermland, & entr'autres dans la paroisse de *Jarboauhs*, on trouve de cette espece de mine non-seulement dans les marais & autres lieux humides, mais encore dans les prés & les bruyeres, quelque sec qu'en soit le sol. On en trouve même dans les bois, & sur-tout dans le penchant des collines, ainsi que dans les vallons desséchés. Il y a apparence qu'anciennement ces vallons étoient autant de marais où les eaux croupissoient, lesquelles s'étant évaporées avec le temps, ont laissé à sec ces vallons. C'est par cette raison, que sur le bord de ces anciens marécages, & au pied de leurs côteaux, on trouve encore abondamment de la mine de marais. Elle est comme l'autre d'un rouge roux, tirant un peu sur le blanc. Cette mine est si fort dénuée de toute humidité, qu'on peut la brûler & la faire fondre sur le champ. On a remarqué que dans les lieux qui la recelent, il ne vient point d'herbes grasses. On a aussi reconnu que les meilleures minieres de cette espece, sont celles qui, étant sur un côteau foiblement incliné, sont exposées au midi. La mine que l'on en tire, se trouve pour l'ordinaire de la meilleure qualité : au lieu que ces mêmes minieres, exposées au nord, ne donnent qu'une mauvaise mine sans soufre, qui procure un fer cassant à froid.

Il y a diverses especes de mine de marais, que l'on distingue principalement par leurs différentes couleurs. Les unes sont noirâtres comme du charbon, & se nomment en Suede *Braudoercke*. Comme cette espece est très-mauvaise, on en tire rarement. D'autres sont un peu verdâtres comme la racine de buis, ou un poireau : elles se trouvent mêlées avec une matiere dure & anguleuse. Pressées entre les doigts, elles excitent la même sensation que feroit le sel broyé, ou de la poussiere tamisée. Cette espece est plus enfouie en terre que la premiere, & prenant son nom de sa couleur, elle s'appelle *mine verte*, ou *Groenoercke*. Elle est d'une qualité moyenne, & médiocrement riche en fer. La troisieme espece est d'un rouge obscur, ce qui lui a fait donner le nom de *Roedoercke*. Broyée entre les doigts, on la prendroit pour du gros sel en grains, & elle a sous les dents la ténacité de la résine. Elle s'amasse en monceaux, que l'on nomme en Suede *Skioelugnar*, & qui mêlés & calcinés avec le reste du minerai, se réduisent en poussiere. Ce troisieme genre de mine marécageuse est riche en fer, sur-tout celle que l'on tire dans la paroisse de *Lima*, qui donne quarante-neuf livres de fer par quintal.

Il y a en Angermanie trois especes principales de mine de marais : La premiere est d'une couleur châtaigne presque brune ; le fer qui en provient, est sulfureux, ou cassant à chaud. La seconde, au contraire, donne du fer cassant à froid, & est de couleur brune presque noire. La troisieme enfin, tient le milieu entre le rouge & le brun ; elle est très-riche en fer, & de la meilleure qualité. On ne fond point séparément ces trois especes de mines ; mais, pour se procurer un fer aussi bon qu'on le peut désirer, on a soin de les mélanger dans le fourneau de fusion.

Ceux qui cherchent cette mine, connoissent à la seule inspection d'un marais, s'il y en a dedans ou non : car, si la surface de ce marais est également plane & unie par-tout, ils jugent qu'il n'y en a point : au lieu que si elle s'éleve par-ci par-là en petits monticules qui forment de petites pentes, ils concluent que l'on y en trouvera.

La surface des lieux marécageux n'est pas le seul indice sur lequel les gens habiles connoissent s'ils contiennent ou non des mines de fer : ils en jugent encore par les plantes, dont ils sont garnis. En effet, chaque espece de terre affecte en particulier une sorte d'herbe & de plante qu'elle nourrit & entretient préférablement aux autres. Or, lorsqu'une terre se trouve chargée de beaucoup de fer en solution, elle le communique nécessairement par la voie de la seve, comme une espece de suc ou de lait, à la plante qu'elle chérit. Par conséquent dans les endroits marécageux où il y a de cette herbe ou plante favorite plus épaisse & plus forte que de coutume, on conclut que ces endroits sont remplis de mine de fer ; & ces végétaux indiquent même la place des minieres, pourvû cependant que ces marécages soient d'une nature ferrugineuse.

Lorsque dans le voisinage il y a des eaux stagnantes, sur-tout de celles qui découlent

d'un marais ; elles donnent encore un témoignage assuré des minieres de fer qui y sont cachées quelque part, fût-ce à la distance de cent, de mille, & même de dix mille pas ; car si ces eaux rougissent à leur surface, ou si elles sont couvertes d'une petite pellicule onctueuse, tenace & un peu rouge, il n'y a qu'à remonter à leur source ; l'on est sûr d'y trouver la miniere qui fournit cette teinture ou cette pellicule. Tout au moins on peut en conclure, avec toute sureté, qu'il y a une miniere dans le marais voisin. Plus l'eau charie loin cette teinture martiale, plus on juge que la miniere est abondante. Si au contraire les eaux dont nous parlons, sont claires & sans altération de leur couleur naturelle, qu'on ne cherche point de minieres dans leur voisinage : on se verroit trompé dans son espérance. Les gens du pays ont encore d'autres indices pour découvrir les minieres : mais on doit se contenter de ceux que nous venons de désigner, sçavoir, la surface des marais plane, unie, ou en bossages ; la maniere dont les herbes & les plantes y végetent ; enfin, la couleur des eaux voisines qui entraînent de la mine avec elles.

En été, lorsque les chaleurs ont desséché les marais, & que l'on peut en sureté marcher sur leur surface, impraticable en tout autre temps, on fouille & on sonde le terrein que l'on soupçonne receler de la mine. Pour cela, un Ouvrier, muni d'un bâton de sapin ou d'un petit pieu quarré, aiguisé par un bout, ferré, & faisant l'office d'une tarriere, le tient par le manche, & l'enfonce en terre à la profondeur d'une aune (2) ou environ. En le tournant pour pénétrer plus avant, il sent au tact s'il y a de la mine, & quelle peut être sa profondeur : car si la terre est molle & facile à percer, s'il ne sent aucun frémissement dans la main, c'est un signe qu'il n'y a point de mine dans l'endroit que l'on fouille. Si au contraire il sent une certaine résistance, comme s'il enfonçoit un bâton dans un tonneau plein de sel, ou dans un tas de farine grossiere, ou bien comme s'il coupoit un morceau de cuir avec un mauvais couteau ; alors c'est une marque qu'il y a de la mine dans l'endroit sondé. Il peut arriver qu'en enfonçant la sonde on ne sente aucun trémoussement dans la main ; cependant si en la retirant on la trouve environnée de quelques parties de terre rudes comme des grains de sel, les gens entendus ne doutent point qu'il n'y ait de la mine ; ce qui les engage à ouvrir une fosse pour s'assurer, jusqu'à une certaine profondeur, de la qualité de cette mine par le témoignage & de leurs yeux & de leurs mains.

Les Ouvriers ont aussi la coutume de faire la dégustation de cette espece de mine. Si elle se dissout facilement dans la bouche, & si elle s'attache aux dents, comme feroit la résine, c'est uue preuve que cette mine est de la meilleure qualité. On en juge tout différemment, si pressée entre les dents, elle leur résiste, comme du sable.

Quant à la situation & à l'épaisseur des différentes couches de terre & de mine, on a observé que dans les minieres de marais, la premiere couche, celle qui occupe le dessus, est d'une terre stérile & marécageuse, épaisse tantôt d'une demi-aune, tantôt d'un quart (3). Vient ensuite la mine de fer, dont la couche n'a pas par-tout la même épaisseur. Ici elle est plus épaisse, là elle l'est moins, suivant la nature du terrein. L'épaisseur ordinaire d'une couche de mine de marais est d'un quart, une demie, & quelquefois trois quarts d'aune (4). Dessous le banc de mine, est un lit de pures pierrailles, ou d'une terre plus molle & marécageuse ; ensorte que ces deux terres, d'especes différentes qui enveloppent la mine, semblent conserver & alimenter dans leur sein le trésor qu'elles y renferment. Il est rare de trouver à la surface d'un marais des bancs de mine, dont la profondeur excede un quart d'aune (5) : passé cette épaisseur, il se perd. Il y a eu des Curieux qui, sous le lit de dessous, sur lequel la mine repose, croyoient trouver des montagnes de mine ou des pierres chargées de mine. Vainement ont-ils creusé & cherché ; leurs expériences ont toujours été infructueuses.

Si avec le bâton ferré en forme de tarriere, on sonde tout un marais, il ne faut pas s'attendre à trouver de la mine par-tout, ni croire que la miniere n'occupe qu'une seule & même place ; on verra au contraire qu'elle se partage en petits ruisseaux, qui serpentent dans le marais, & se répandent çà & là. Ici le banc est plus épais & plus large : là, il n'offre qu'un petit sentier ; ailleurs, il se répand au large sans épaisseur. Sur ces observations, un Sondeur retourne sur ses pas ; & imitant les tours & détours d'un ruisseau d'arrosement qu'on promene à son gré sur les prés, il suit les autres bancs de mine du marais, & sur-tout les monticules sous lesquels elle se cache. S'il est habile, en suivant & remontant un banc de mine, il parviendra enfin à leur commune origine. Les différents dépôts de mines de marais, n'ont pas tous la même étendue ; les uns ont un diametre de 50 aunes (6) ; dans d'autres, il n'est que de 6 ou 8 aunes (7) : à l'égard de leur configuration, elle est ou ronde, ou ovale, mais communément inégale.

(2) Un pied 9 pouces. == (3) 10 pouces 1/2 ou 5 pouces 1/4. == (5) 5 pouces 1/4, 10 pouces 1/2, 15 pouces 3/4. == (5) 5 pieds 1/4. (6) 87 pieds 1/2. == (7) 10 pieds 1/2 à 14 pieds.

Nous l'avons deja dit ci-devant, la mine marécageuſe traverſe ordinairement les monticules épars de côté & d'autre ſur la ſurface d'un marais : elle s'attache auſſi très-ſouvent aux racines des arbres. On diroit que le ſuc minéral eſt retardé & arrêté dans ſa courſe par ces racines entre leſquelles il ſe fait un lit pour s'y repoſer : on voit alors les racines entrelaſſées dans le lit de mine qui les enveloppe. C'eſt dans ces endroits & parmi ces racines, que l'on tire la meilleure mine & la plus abondante. Quelquefois elle s'attache auſſi par préférence aux racines d'un arbuſte qu'elle aime, qui reſſemble à l'algue, & que l'on nomme en Suede *liunggreàs*. Elle embraſſe ſi étroitement les racines de cet arbuſte, que les maſſes de mines qu'on enleve, paroiſſent percées de toutes parts, par les filaments même les plus déliés de ces racines. Ce genre de mine eſt très-riche; & ſur les lieux on l'appelle *pipmalm*, ou *mine en roſeaux*, *mine criblee*. Rarement on trouve dans les endroits plats & unis d'un marais, de la mine dont les couches aient plus d'un quart d'aune d'épaiſſeur (8); encore cette eſpece de mine eſt-elle très-pauvre en fer : on diroit que dans ſon écoulement le ſuc martial ne s'eſt point arrêté, faute d'avoir trouvé une retraite ou un port convenable.

Les gens du pays prétendent que l'on voit les lits de mine qui ſont, ſoit ſous les monticules dont nous avons parlé, ſoit ailleurs, accroître & s'augmenter ſenſiblement tous les ans : ils diſent auſſi qu'après que ces lits ont eté vuidés, ils ſe rempliſſent au bout de quelques années.

La mine de marais ne reſſemble pas toujours à du gravier, & n'eſt pas toujours menue comme du ſablon. Quelquefois on la tire en maſſes aſſez groſſes, & qui brillent dans leur point d'interſection : l'endroit de la caſſure eſt d'une couleur brune, & aſſez ſemblable à un cuir coupé, ou à la mine fluviatile dont nous parlerons dans le paragraphe ſuivant.

On ne tire que la mine qui occupe le milieu du banc, principalement celle qui eſt autour des racines d'arbres & d'arbuſtes dont nous avons parlé. On laiſſe celle qui eſt deſſus & deſſous; on ne choiſit, pour ainſi dire, que la moëlle, parce qu'elle eſt la plus riche en fer : en ſorte, que ſi le banc qu'on exploite, a un pied d'épaiſſeur, on n'en tire que le milieu, c'eſt-à-dire, environ un demi-pied.

En général les mines de marais ſont peu fertiles en fer ; il y en a qui rendroient à peine 5 pour cent, d'autres 20 : ainſi cela va de 5 à 20 pour 100, ou un peu plus. Cette eſpece de mine n'eſt attirable par aucun aimant, à moins qu'elle n'ait été grillée. Elle tient en cela beaucoup de l'ochre & de la rouille, qui ſont également rebelles à l'action de l'aimant : auſſi le fer qui en provient, eſt-il plus aiſément réduit en diſſolution & en rouille, que celui que fourniſſent les autres eſpeces de mine.

De la maniere de griller ou calciner la Mine de marais.

On tire la mine de marais au printemps, ou d'abord que la terre eſt dégelée. Séparée de la terre qui la couvroit, on la laiſſe expoſée au ſoleil, pour que l'humidité s'évapore. On la laiſſe juſqu'à la fin de l'automne, avant que de la calciner & de la fondre. Lorſque les endroits d'où on la tire ſont ſecs, on n'attend pas ſi long-temps à l'employer; car à la longue elle ſe conſommeroit : les pluies la font en quelque façon pourrir, & la dépouillent de ſes parties métalliques. Il faut paſſer au grillage cette mine ſabloneuſe, avant que de la fondre : autrement le feu de fuſion ne pourroit en ſéparer les parties terreſtres, & le fer qui en proviendroit, ſeroit rempli d'impuretés.

En Dalécarlie, on fait le bucher dans l'endroit même où on tire la mine : à chaque grillage, on met ſur le feu 20 charriots de mine. On emploie pour cela des bois longs de 8 ou 10 aunes (9); on en fait trois couches l'une ſur l'autre, celle du milieu en travers, & l'on a ſoin que ces bois ne ſoient pas ſerrés. On met deſſus de la mine d'un quart ou deux cinquiemes d'aunes (10) d'épaiſſeur, ou pour mieux dire, autant que la quantité de bois que l'on emploie, en peut griller. On allume le bucher de toutes parts, afin que la mine ſoit également environnée & pénétrée du feu de tous côtés. Quand il eſt en partie brûlé, on tire le bout des pieces de bois, afin que la mine, déja calcinée, puiſſe couler entre les vuides qu'on leur ouvre, & gagner le fond où elle ſe refroidit d'elle-même. Pendant ce temps, on remet de nouveau bois & de la mine deſſus, juſqu'à ce que toute la mine, que l'on a à ſa portée, ſoit grillée : enfin, pour la préſerver de la pluie, on la couvre de planches, ou on la tranſporte dans un lieu couvert.

Dans le Jempterland, l'Angermanie, ou la Bothnie occidentale, on ſuit une autre méthode. On poſe deux poutres, ſur leſquelles on place trois rangs de bois ſcié, ſec & d'une groſſeur convenable. On éleve le bucher à l'air, & on lui donne ſix aunes en quarré (11) : ordinairement, pour griller une charreté de mine, il faut une aune cubique de bois (12). On charge le bucher de mine, à la hauteur d'un pied : mais pour que

(8) 5 pouces $\frac{1}{4}$. = (9) 14 pieds ou 17 pieds $\frac{1}{2}$. = (10) 5 pouces $\frac{3}{4}$ ou 8 pouces. = (11) 196 pieds quarrés.
(12) 9261 pouces cubes.

le feu

le feu fasse mieux son effet, il faut qu'elle ait été préalablement desséchée au soleil. On allume ensuite le bucher ; & pour chaque calcination, il faut 24 heures : lorsqu'elle est finie, on voit que la mine s'est attachée & ramassée en tas & en masses.

A Graning, en Angermanie, on a autrefois essayé de fondre la mine de marais, sans la passer par le grillage. On pensoit que les parties étrangeres & nuisibles qu'elle contient, se dissiperoient assez par l'action du feu de fusion : dans cette idée, on se contentoit de la dessécher, & à l'aide d'un feu doux, de la dépouiller des corps vicieux & hétérognes : mais cette épreuve n'a pas réussi. Non-seulement, le fer qui provenoit d'une pareille mine, se trouvoit chargé d'impuretés, mais en le forgeant en barres on en perdoit les deux tiers, tandis que le déchet ordinaire n'est que d'un tiers. On en a conclu qu'il falloit nécessairement griller la mine de marais ; que c'étoit le seul moyen de la dépouiller, avec un feu du second degré, des corps nuisibles, qui sans cela résisteroient au feu de fusion, & altéreroient la qualité du fer de fonte.

De la maniere de construire le fourneau de fusion.

En Dalécarlie, pour construire un fourneau de fusion, on choisit un terrein uni, dans lequel on creuse une fosse de trois pieds de profondeur, sur cinq de long & quatre de large. La grandeur du fond est de deux pieds, sans tuyau d'évaporation & sans pierre fondamentale, sans même que le foyer ait l'espece de construction & d'arrangement qu'on lui donne dans un grand fourneau. On le forme simplement avec de grosses pierres plattes, qu'on arrange dans la fosse, & que l'on enduit d'argile : le fond est fait de terre séche, mêlée de quelques scories.

En Angermanie, on fait différemment ; on met deux soufflets au fourneau, & le foyer ressemble assez à ceux dans lesquels on purifie le cuivre : il est seulement plus profond & plus large au-dessus, que ceux dont on se sert en Dalécarlie. L'eau fait mouvoir ces soufflets qui sont de cuir, & les fourneaux y sont aussi plus grands, au moyen de quoi on y peut, à chaque fois, fondre une plus grande quantité de mine : cette construction n'est pas en usage dans toute l'Angermanie. On met aussi deux soufflets, & on fait les fourneaux plus grands & plus larges, dans la partie occidentale de la Dalécarlie, entr'autres à Lima, que dans le reste de cette Province : on y pratique aussi une ouverture pour l'expulsion des scories, ensorte que dans le même espace de temps, on y fond le double de mine.

En Angermanie, le fond du fourneau se fait avec une table de pierre ; le foyer a une aune & demie (13) de profondeur ; l'ouverture du dessus, une aune & demie de diametre ; & il est de forme ronde jusqu'à la thuyere, sous laquelle le foyer est quadrangulaire de trois huitiemes d'aune (14), avec des angles arrondis : la thuyere n'est éloignée du fond que de quatre doigts.

On ne fait à ce fourneau aucune ouverture, comme dans les autres, pour laisser écouler les scories ; mais lorsqu'il y en a une trop grande quantité, & qu'elles montent à l'orifice du vent, on les tire par le trou même de la thuyere : ordinairement, on les laisse jusqu'à la fin de chaque coulée, & quand elles sont refroidies, elles couvrent la surface du fer.

Tout petit qu'est un pareil fourneau, il n'en est pas moins digne d'attention par son antiquité & sa simplicité : je ne puis donc me résoudre à passer si légerement sur sa construction, dont je vais donner un détail plus ample. On le bâtit dans un lieu très-sec, dans un bois ou sur le plan incliné de quelque côteau, à l'abri du vent & des tempêtes. S'il est possible, on choisit par préférence un endroit proche un petit courant d'eau, assez fort pour faire tourner la roue qui fait mouvoir les soufflets, sans quoi il faudra les faire aller à force de bras. On le fonde à nud sur le sol. D'abord, on maçonne un mur épais d'une moitié ou trois quarts d'aune (15) ; sur ce mur, on pose une pierre de roche, blanche ou grise, épaisse d'un demi-pied, & sur cette roche, on fait le creuset, auquel on donne une forme oblongue, ayant cinq quarts d'aune de long (16) sur une moitié ou trois quarts d'aune de largeur, & une aune (17) d'élévation perpendiculaire. A l'endroit même où se termine ce réceptacle du fer en fusion, commence la cavité du petit fourneau, qui comme une espece de cône renversé s'élargit à sa partie supérieure, dont le diametre est de deux aunes & demie. (18). Du fond du foyer au sommet du fourneau, on donne quatre aunes & un quart de hauteur, sur un quart ou une demi-aune d'épaisseur. (19) On enduit d'argile l'intérieur des parois & du foyer. On étend de la poussiere de charbon sur le fond, mais seulement la premiere fois ; & quand on commence un fondage dans un fourneau neuf : ensuite & pour la conservation du fond, on y met une grande quantité de cette poussiere de charbon. On arrange dans le bas une ouverture par laquelle le vent doit pénétrer dans le foyer.

(13) 2. pieds 7. pouces $\frac{1}{2}$. == (14) 5. pouces $\frac{1}{2}$. == (15) 10. pouces $\frac{1}{2}$ ou 15. pouces $\frac{3}{4}$. == (16) 2. pieds 2. pouces $\frac{1}{4}$.
(17) Un pied 9. pouces. == (18) 4. pieds 4. pouces $\frac{1}{2}$. == (19) 7. pieds 5. $\frac{1}{4}$, ou 5. pouces $\frac{1}{4}$, ou 10. pouces $\frac{1}{2}$.

Cette ouverture eſt à une demi-aune au-deſſus de la pierre du fond. Elle n'eſt inclinée que du dégré qu'il faudroit à une goutte d'eau pour y couler d'elle-même ; autour des parois du fourneau, on met des pieces de bois taillées & entrelaſſées, éloignées néanmoins des murs de trois quarts ou ſeulement un quart d'aune. (20) On emplit l'entre-deux juſqu'à l'ouverture du deſſus, avec de la terre en pouſſiere, bien battue & comprimée. Si pendant le travail on voit que le feu veuille percer les murs, & brûler les chaſſis de charpente, qui tiennent le tout en reſpect, on l'empêche en les arroſant d'eau. On entretient le feu du fourneau avec deux ſoufflets de cuir ; & alors ce fourneau s'appelle *Twekielling*, à deux vents, & *Enkielling*, à un vent, s'il n'y a qu'un ſoufflet. Le diametre de la roue eſt de trois aunes, (21) & l'arbre qu'elle fait mouvoir a ſix aunes de longueur (22). S'il n'y a qu'un ſeul ſoufflet, on le fait mouvoir par un homme ou une femme. Pendant ce temps-là celle-ci debout peut filer & tenir ſon fuſeau & ſon fil, enſorte que rempliſſant deux objets à la fois, elle travaille en même temps des pieds & des mains, dans l'eſpoir d'un double gain.

A Graning en Angermanie, on a bâti pour le même uſage un petit fourneau d'une autre figure ; depuis le ſol juſqu'en haut, le mur n'avoit que trois aunes d'élévation (23). Il étoit fait avec de la roche griſe. La capacité du foyer étoit de cinq aunes & un quart (24) de longueur, ſur trois aunes de profondeur vers le mur de derriere, qui avoit trois quarts d'aune d'épaiſſeur. A l'endroit où finiſſoit cette partie du mur élevé perpendiculairement, commençoit un autre mur élevé obliquement à la hauteur de dix aunes (25) juſqu'à l'ouverture du deſſus, qu'il gagnoit en ſe rétréciſſant. La cavité de la cheminée avoit trois quarts d'aune de large, & une de long. (26) Le foyer étoit double, & ils étoient joints l'un & l'autre par le deſſus. Chaque foyer étoit élevé de deux aunes, ſur deux aunes de diametre. (27) Le fond étoit garni d'une lame épaiſſe de fer crud, poſée horizontalement à quatre doigts de la thuyere. Ils étoient enduits l'un & l'autre d'argile commune. Le côté du foyer, depuis le fond juſqu'à la thuyere, étoit élevé perpendiculairement ; le reſte alloit en s'élargiſſant. De l'orifice de la thuyere juſqu'au fond, le foyer étoit de forme quarrée, profond de quatre doigts, ſur une demi-aune de diametre. (28) A un des côtés de ce petit fourneau de nouvelle conſtruction, il y avoit une ouverture pour la ſortie des ſcories, de la même hauteur & largeur que le foyer. Pendant la fuſion, cette ouverture étoit bouchée de ſable & de ſcories pulvériſées, comme dans les grands fourneaux.

On peut mieux voir la conſtruction de ces fourneaux par le deſſein, qui aux figures *A* & *B* repréſente un ancien fourneau & un ordinaire. *A* repréſente la ſection horizontale du fourneau, avec l'arrangement des bois qu'on met au-deſſus. *B*, la coupe perpendiculaire. *C*, un nouveau fourneau, à deux foyers ou creuſets. *D*, la coupe horizontale des foyers.

De la maniere de fondre la mine de marais.

QUAND il eſt queſtion de fondre cette mine, on emplit le fourneau de bois ſec, qu'on laiſſe brûler juſqu'à ce qu'il ſoit échauffé. On le remplit une ſeconde fois de bois ſec & ſcié ; & lorſqu'il eſt allumé, on met deſſus une petite quantité de mine calcinée. Lorſque le bois eſt converti en charbon, on fait mouvoir les ſoufflets lentement d'abord, enſuite plus vite. Sitôt que la premiere mine que l'on a miſe, commence à fondre, on en met de la nouvelle ; & ainſi de ſuite. Il y a des endroits où l'on en met juſqu'à ſept fois.

On trouve au milieu du fond le fer environné de ſcories : on arrête le vent ; enſuite avec une tenaille on enleve une petite maſſe de fer que l'on partage en deux. Cela fait, & à l'aide d'un marteau pareil à ceux dont ſe ſervent les Chaudronniers, ou d'un autre inſtrument de fer, on détache, du fond & des côtés les ſcories, que l'on jette au rebut. Il faut obſerver que la fonte qui provient de la mine de marais n'eſt jamais ſi liquide, que celle que donne la mine de montagnes. La premiere eſt épaiſſe, grainelée, coule lentement, & s'épaiſſit aiſément. Pendant vingt-quatre heures, on fait ſept de ces coulées ; & à chaque fois on peut avoir 67, ou 90, ou même 110 livres de fer crud, qu'on purifie enſuite dans un foyer de forge. Dans un fourneau à un ſeul vent, qu'on appelle *Enkielling*, on fait, tant le jour que la nuit, ſix, ſept, & huit coulées, à chacune deſquelles on a 30 ou 40 livres de fer. Dans un fourneau à double vent, autrement *Twekielling*, comme on a deux maſſes à chaque coulée, on a ſeize maſſes en huit coulées, c'eſt-à-dire, 1024 livres de fer, ce qui équivaut à un poids de marine & douze grandes livres.

Pour ce qui regarde le petit fourneau dont on ſe ſert en Dalécarlie & en quelques autres endroits, quand il eſt préparé, & que les bois ſont arrangés dans l'ordre preſcrit, on y met le feu par le trou de la thuyere. Les bois

(20) 15 pouces $\frac{3}{4}$ ou 5 pouces $\frac{1}{4}$. = (21) 5 pieds 3 pouces. = (22) 10 pieds $\frac{1}{2}$. = (23) 5 pieds 3 pouces.
(24) 9 pieds 4 pouces $\frac{1}{4}$. = (25) 17 pieds $\frac{1}{2}$. = (26) 15 pouces $\frac{3}{4}$ & un pied 9 pouces. = (27) 3 pieds $\frac{1}{2}$.
(28) 10 pouces $\frac{1}{2}$.

ſont bientôt conſumés & réduits en petits charbons ardents, alors on répand deſſus un panier de mine calcinée. Lorſque la flamme a pénétré la mine au point que l'on puiſſe voir les charbons à découvert, on met un autre panier de mine, & l'on continue juſqu'à ce qu'il y en ait 24 ou 30, quelquefois plus. Lorſque les charbons ſont deſcendus au milieu du fourneau, on ne met plus qu'un demi-panier de mine. Il faut obſerver que plus on fait de charges de mine, plus on peut en augmenter la quantité à chaque charge, parce que le fourneau eſt échauffé davantage. Enfin, quand les charbons ſont deſcendus à la hauteur de la thuyere, on arrête le vent; & à l'aide d'un crochet de fer, on tire dehors les charbons qui reſtent: enſuite on découvre la maſſe, ou l'eſpece de pain de fer cuit, au milieu du foyer. A l'aide d'une tenaille, on l'enleve toute rouge & toute brûlante; après quoi on nettoie le foyer de toutes les ſcories que l'on jette dehors, ce qui doit ſe pratiquer néceſſairement à chaque fuſion. Au commencement, attendu que le fourneau n'eſt pas bien échauffé, on n'a qu'une maſſe de fer, à peine du poids de 20 livres: mais après trois jours & trois nuits, on en a juſqu'à 68 & 90 livres. La maſſe ainſi tirée du foyer, & tenue avec une tenaille, ſe porte ſous le marteau, & ſe bat en forme preſque ronde. On a ſoin de ne laiſſer aucune partie ſaillante qui puiſſe s'en détacher. Cette petite opération de fuſion dure à chaque fois deux heures. Pendant ce temps, un Ouvrier peut fendre autant de bois qu'il en faudra pour la fuſion ſuivante.

Le bois, pour être propre à la fuſion de la mine de marais, doit être ſec, facile à brûler, & gras, afin que non-ſeulement il s'allume facilement, mais qu'il conſerve & nourriſſe bien la flamme. Il y a deux Ouvriers à chaque fourneau; un qui fait marcher les ſoufflets avec les pieds, lorſque l'eau ne les fait pas mouvoir, & l'autre qui fend & place le bois.

On a encore eſſayé à Graning, d'échauffer le fourneau avec du charbon, au lieu de bois, & de faire la fuſion comme dans les fourneaux ordinaires, mais cela n'a pas réuſſi, & le fer qu'on obtenoit, étoit plein de ſcories; ce qui fait voir que pour la fuſion de la mine marécageuſe, il faut un feu de flamme qui ſoit très-vif.

Si on veut brûler de la mine crue, qui n'ait pas été grillée, le fer qui en provient eſt rempli de ſcories & d'impuretés, & ſouffre un très-grand déchet quand on le purifie dans un foyer de forge.

Il faut encore obſerver que lorſque le fourneau s'échauffe trop, il faut un peu le rafraîchir avec de l'eau; autrement on dit que la mine ne rend pas tant de fer.

Comme le fer qu'on obtient ainſi, eſt encore impur, crud, & mal cuit, il faut le purifier & le recuire dans un foyer de forge animé par des ſoufflets. Quand il eſt bien purifié, on le porte ſur l'enclume, & on le fait battre au point que toutes les ſcories en ſont expulſées; ce qui rend le fer ténace, quoiqu'il diminue de près de moitié.

De la maniere de faire de l'acier avec cette eſpece de fer.

LORSQUE cette eſpece de fer eſt endurcie, elle reſſemble à l'acier. Les gens du pays diſent qu'on en peut faire le plus excellent acier, mais cependant de nature à s'amollir aiſément, & à redevenir fer ſi on le tient trop au feu. Auſſi les Dalécarliens portent-ils par toute la Suede des inſtruments qu'ils fabriquent avec ce fer, comme des haches, des faulx, &c.

Lorſque l'on veut faire de cet acier, on met la maſſe de fer en pluſieurs morceaux, & l'on choiſit ceux des bouts, & non ceux du milieu, qui ſont trop ténaces pour être convertis en acier. On met une ſeconde fois au feu ces morceaux choiſis, ſans cependant les mettre en fuſion; s'ils fondoient, on tenteroit inutilement de les convertir en acier. Quand cela arrive, on y jette du ſable; on arrête le vent, afin que le fer liquide s'épaiſſiſſe: enſuite par le moyen des ſcories on le met en fuſion, & on ſe procure du fer d'une bonne qualité; après quoi on eſſaye une ſeconde fois d'en faire de l'acier: mais ſi en le chauffant, au lieu de ſe liquéfier, il demeure épais, prêt à ſe ſéparer en groſſes molécules, on le retourne ſur le champ pour lui faire eſſuyer de l'autre côté une pareille ſueur. Avec ces préparations, on obtient de l'acier qui eſt ténace juſqu'à ce qu'on l'ait trempé dans l'eau froide. Le fer dont nous avons parlé, peut encore être converti en acier par la méthode ordinaire.

Pour ce qui regarde la conſtruction des petits fourneaux, *Voyez les Planches VIII. IX.* & *X.* dans l'une, à la lettre *A*, on voit la mine de marais non calcinée. *B* eſt le bucher préparé pour la calcination. *M*, de la mine calcinée. *D*, *E*, *F*, *G*, *H*, *I*, *K*, ſont des outils de différentes eſpeces. On y voit auſſi la partie inférieure d'un fourneau.

Dans l'autre, on voit en *AB* le deſſus d'un petit fourneau; en *BCFG*, les bois dont il eſt entouré, en *GG*, le fond du foyer; en *CD*, le vuide rempli de terre entre les bois & les murs; *DE*, l'épaiſſeur du mur; en *EE*, l'ouverture du deſſus; en *H*, le foyer qui reçoit le fer en fuſion: en *II*, la pierre fondamentale; en *KK*, la place des ſoufflets; en *L*, le trou de la thuyere; en *MM*, le commencement de la cavité d'un petit fourneau.

La troisieme Planche représente en *A* le dessus des bois qui soutiennent le fourneau; en *B*, la marge supérieure du mur; en *D*, sa partie la plus basse; en *BCDE*, l'épaisseur des poutres; en *FG*, celle du mur; en *GG*, la largeur de l'ouverture du dessus; en *H*, le foyer ou le creuset; en *I*, l'ouverture pour sortir les scories; en *KK*, la place des soufflets; en *L*, le trou pour le vent; en *M*, les deux soufflets; & en *N*, les leviers au moyen desquels on met les soufflets en mouvement.

§. IV.

De la Mine fluviatile en Suede, & de sa réduction en fer.

Dans quelques endroits, on tire des lacs & des fleuves de Suede, une mine qui ne differe pas beaucoup de celle dont nous venons de parler. Elle semble devoir son origine à un suc martial, qu'on voit quelquefois à découvert découler d'un marais voisin: c'est pour cela que nous la mettons à la suite de la mine de marais. Non-seulement en Angermanie, en Dalécarlie & autres lieux septentrionaux, le fond des lacs est enrichi de cette espece de mine; mais on en trouve encore dans la Smalandie & en quelques endroits de l'Ostrogothie, qui sont plus proches du midi.

Cette espece de mine offre des choses remarquables qui peuvent nous donner des notions, tant sur la formation & la production de la mine du fer, que sur sa maturité: car on voit sensiblement le fer s'engendrer dans les eaux stagnantes; on le voit se combiner avec les terres marécageuses, & fermenter, pour ainsi dire, avec elles, sur-tout quand elles sont exposées au grand soleil & au grand froid: mais nous verrons cela ailleurs.

De la mine de fer des lacs.

En Angermanie, cette mine est d'une forme rude & inégale, comme une éponge de couleur brune. Dans un lac, on ne la trouve point par-tout, mais à part, dans certains endroits particuliers qui lui conviennent. Il y en a en petits morceaux, de la grandeur de la paume de la main: quelle que soit sa figure, ronde ou applatie, elle est toujours rude & inégale. Dans sa fracture, elle ressemble à du cuir coupé, & ordinairement elle en a l'épaisseur: elle a si peu de dureté, qu'on l'écrase aisément entre les doigts. Quant à son origine, on la voit sensiblement venir d'un marais voisin, d'où elle se précipite dans les eaux du lac, comme un suc très-subtil. Sa pesanteur est cause qu'on ne la trouve pas loin du rivage: elle ne s'en éloigne pas au-delà de 18. aunes (1). Là, elle s'attache aux rochers & aux pierrailles du fond, ce qui fait qu'on en trouve des morceaux qui renferment une pierre, ou qui y sont attachés par un des côtés. Quand on a tiré toute la mine d'un endroit, au bout de 20 ou 30 ans, il y en revient d'autre que l'on tire de nouveau: avant la calcination, cette mine n'est point attirable par l'aimant.

Elle n'est pas riche; mais après le grillage, elle fond très-aisément. On la tire du fond en été avec des barques. On a représenté, Planche VII. la figure de la bourse qui sert à la ramasser & l'enlever. Deux Pêcheurs s'aident. Un racle le fond avec la bourse; & l'autre, avec une espece de rabot, va audevant, & pousse la mine dans la bourse; ce qui se continue jusqu'à ce qu'elle soit pleine: on l'éleve ensuite, & on la renverse dans la barque. Cet instrument *BM*, est long de cinq quarts d'aune (2): il est fait de gros fil. Son manche *AB*, a cinq aunes de long (3). Deux Ouvriers peuvent tirer quatre tonnes de mine par jour. Il y a des places où il y en a peu; dans d'autres, elle est épaisse de trois quarts d'aune (4): ce qui est le plus qu'on ait coutume d'en trouver. Elle est plus abondante parmi les cannes & les roseaux: il semble qu'elle cherche leurs racines. Les pierres auxquelles elle s'attache, sont ordinairement des cailloux, ou des pierres communes de couleur grise. Quelquefois elle y est si fort adhérente, qu'on ne peut l'en séparer qu'à l'aide du feu: ce qui fait qu'on la calcine, d'autant qu'elle est viciée par l'alliage de beaucoup de corps étrangers que la calcination en sépare.

Par toute la Smalandie, il y a des lacs au fond desquels on trouve de cette mine, & d'où on la transporte pour l'approvisionnement des grands fourneaux, où on la fond en la maniere ordinaire. Dans cette Province & les autres voisines, il y en a en si grande abondance, que l'on peut en fournir plusieurs fourneaux.

Cette espece de mine adopte plusieurs figures; quelquefois rondes, d'autres fois ovales, ou bien inégalement granulées comme du sable, mais plus communément arrondies comme des grains d'orge, de froment, ou des féves. Ces grains pesent peu: au milieu ou dans la cassure, ils sont jaunes & rougeâtres. Quelquefois semblables au silique des noix ou du gland; c'est une croûte, une écorce légere, qui enferme un noyau. Dans bien des morceaux, lorsqu'ils sont cassés, on voit un certain arrangement & des convolutions de crustacées. Dans quelques-unes

(1) 31 pieds $\frac{1}{2}$. = (2) 2 pieds 4 pouces. = (3) 8 pieds $\frac{1}{4}$. = (4) 15 pouces $\frac{3}{4}$.

de

de ces mines, la couleur noircit plus ou moins : dans d'autres elle jaunit, & cette derniere espece est la meilleure.

Cette mine est très-légere : son poids & sa couleur n'annoncent pas du fer. On dit que mouillée, elle est plus pesante, parce que l'eau emplit ses pores & ses sinuosités. Exposée au vent ou au soleil, elle se desséche & revient à son premier poids. Plus elle est légere, moins elle donne de fer, & moins il est de bonne qualité : au reste, si cette espece de mine ne pese pas, cela vient beaucoup de ce que sa contexture n'est point serrée, & paroît comme du safran de Mars, ou de la rouille.

Quand on rencontre de cette mine dans un lac, il y a ordinairement six pieds d'eau qui la couvrent, quoiqu'il puisse y en avoir plus ou moins. Elle se place toujours à une certaine distance des bords, passé laquelle on n'en trouve plus ; ce qui arrive, ou parce que le suc minéral, venant d'un marais voisin, ne peut être soutenu par les eaux, que jusqu'à une certaine distance avant qu'il se précipite ; ou bien parce que la mine est amie ou analogue avec le fond qui l'attire, comme l'aimant attire le fer : ce qu'il y a de certain, c'est que dans un lac la mine paroît préférer un endroit à un autre.

Il est encore très-remarquable que cette mine, au bout de quelques années, se reproduit, à ce qu'il semble, & vient d'elle-même se replacer dans le même endroit qui a été vuidé. Le temps de la génération n'est pas le même pour tous les lacs : aux uns, il faut dix ans, à d'autres vingt, à d'autres trente. Dans cet intervalle de temps, on est sûr que semblable à un champ, qui, d'année à autre se couronne d'une riche moisson, l'endroit du lac déja épuisé se remplit d'une nouvelle mine. C'est un trésor perpétuel & inépuisable : la preuve que la mine des lacs tire son origine d'un marais voisin, se tire du suc martial qui en découle journellement.

Quelquefois on tire cette mine l'hiver très-commodément, quand la glace porte. Les Ouvriers y font un trou, & y passent une espece de bourse ou de trouble, attachée au bout d'une longue perche. Avec cette bourse, ils raclent le fond & enlevent ce qui s'y trouve, que l'on dépose sur la glace : on fait à peu-près de même l'été, à l'aide des barques ; ainsi que nous l'avons dit.

Comme cette mine n'est pas égale, que l'une est riche & l'autre pauvre : que l'une donne du mauvais fer, & l'autre du bon ; il la faut trier. Les Pêcheurs en connoissent sur le champ la qualité, soit par le poids, soit par la couleur, soit par la figure : ils en jugent même par l'eau & par la matiere du fond.

Comme il arrive souvent, que dans le même endroit on tire de la meilleure & de la plus mauvaise mine tout ensemble ; il faut, quand elle est déposée ; soit sur la glace, soit dans les barques, la trier avec soin. Pour en venir à bout, on la met dans une espece de bourse, qu'on trempe & qu'on secoue plusieurs fois dans l'eau, qui souleve la mine folle & légere, pendant que la bonne & la plus lourde reste au fond. A ce moyen & à force de plonger, retirer & secouer la bourse dans l'eau, la mine la plus légere, qui vient au-dessus, est emportée. On se sert encore d'une autre méthode, c'est-à-dire, que l'on jette la mine au vent, comme si on remuoit du bled ou de l'avoine : celle qui va le plus loin, est la plus lourde, & meilleure que celle qui est trop légere pour forcer le vent.

De la maniere de calciner la mine des lacs.

QUAND on veut calciner cette mine, on en rassemble cinquante ou cent charriots : on la met sur un bucher d'une aune de longueur (5), sur six à sept aunes de large (6) : la calcination dure ordinairement deux jours. Sur la fin de l'opération, la mine se coagule en masse vers les extrémités ou dans le bas du bucher ; c'est un signe que la calcination est bien faite : la mine ainsi calcinée fond plus aisément au fourneau.

De la maniere de fondre la mine des lacs.

EN Angermanie & dans la Dalécarlie, on fond cette mine dans les mêmes fourneaux, que ceux dont on se sert pour fondre la mine de marais. Dans d'autres endroits, on la fond dans des cheminées de forge, dans lesquelles on la convertit en une espece de fer crud, appellé en Suede *Osmund*. Enfin, en Smalandie on la fait fondre dans de hauts fourneaux, semblables à ceux dont nous avons fait la description dans le paragraphe premier. La hauteur de ces fourneaux est de vingt-quatre à vingt-six pieds : le diametre supérieur de quatre pieds & demi, l'inférieur de cinq ou six. Le ventre est assez ample. Jusqu'ici, on n'a pas vû qu'après le travail il ait été rongé ; ce qui prouve que cette mine n'est pas beaucoup sulfureuse : on fait le foyer d'une pierre de grès, qui a un pied d'épaisseur.

Dans quelques endroits, on laisse les charbons brûler sans vent, pendant les huit premiers jours, & pendant ce temps on met tous les jours un ou deux paniers de mine : après cela on augmente le feu, en faisant mouvoir les soufflets. Dans les jours suivans, on augmente aussi le nombre des charges, qui vont jusqu'à 6, 7 ou 8 par 24 heures. Au bout de 10 ou 12 jours, on les pousse jusqu'à

(5) 1 pied 9 pouces. = (6) 10 pieds $\frac{1}{2}$, ou 12 pieds $\frac{1}{4}$.

12 ou 13 dans le même espace de temps, c'est-à-dire, qu'on renouvelle les charges toutes les deux heures. Comme cette mine est pauvre, elle ne rend pas beaucoup de fer: au reste, la fusion se fait comme dans les fourneaux dont nous avons donné la description dans le premier paragraphe.

§. V.

Du Fer qu'en Suede on appelle Osmund, *& de sa préparation.*

Pierre Saxolus Suédois, nous a laissé la maniere de préparer le fer *Osmund :* ce qui m'a déterminé à transcrire ici une partie de la description qu'il en a faite.

Ancienne méthode de cuire ce fer.

Autant qu'il a été possible de découvrir la vérité par les anciens monuments & par le témoignage de gens dignes de foi, dans les commencements qu'on a mis en usage cette espece de fer, il étoit fait de ce gravier bleu ou rouge, ou autres semblables matieres tirées des marais & lieux humides. Quand le tas que l'on en avoit amassé, avoit été exposé assez long-temps au soleil ou au feu, pour que la plus grosse humidité fût évaporée, on mettoit une, deux, trois ou quatre pelletées de cette mine, dans des fourneaux bâtis simplement sur la terre, & remplis de charbons. Le fourneau étoit bâti de maniere qu'à la partie postérieure, proche de la terre, il y avoit une petite ouverture, laquelle communiquoit à l'intérieur du fourneau. On y ajoutoit des soufflets, que l'on faisoit marcher à force de bras : car anciennement on ne connoissoit pas l'usage des machines hydrauliques. Au-devant du fourneau, il y avoit une plus grande ouverture, que l'on fermoit néanmoins avec des pierres qui la bouchoient exactement, pendant que se faisoit la cuisson, & jusqu'à ce que la mine fût en fusion. Lorsqu'elle y étoit, on démolissoit les pierres de cette ouverture, par laquelle on tiroit la matiere, telle qu'elle étoit fondue: & afin de pouvoir, par l'action d'un feu plus violent, purger la masse des parties impures & inutiles qui la vicioient, on l'exposoit à une seconde cuisson. Cette seconde opération se faisoit comme la premiere, avec cette différence néanmoins, que le feu rendoit alors le fer si pur, que sans autre préparation, on en pouvoit fabriquer différents ustensiles: on ne mettoit qu'un jour & une nuit à perfectionner deux ou trois de ces cuissons.

Nouvelle méthode de cuire le fer Osmund.

A la suite du temps, lorsqu'on eut découver des minieres plus riches, & que l'on eut commencé à connoître l'usage des machines hydrauliques, on établit sur le bord des ruisseaux & des rivieres de petits atteliers, à peu de chose près, semblables à ceux qui ont été construits ensuite. Alors, comme à présent, on faisoit le fer avec de la mine dissoute & domptée par le feu. La masse, qui provenoit de cette mine, ne se remettoit plus une seconde fois au même fourneau, comme on le pratiquoit dans l'ancienne méthode dont nous avons parlé : mais on faisoit la seconde cuisson dans un foyer de forge, où le fer fondu convenablement, étoit tellement purifié & adouci, qu'il se prêtoit à tout ce que l'industrie des Ouvriers en pouvoit attendre. Quoique cette opération differe de l'ancienne, on a cependant conservé à ce fer son ancien nom, & on l'appelle toujours *Osmund.* En général, tout ce qu'on peut dire sur les progrès de la fusion du fer, doit être appliqué à cette espece, c'est-à-dire, qu'avec le temps cette partie s'est de plus en plus perfectionnée & se perfectionne encore tous les jours, par l'adresse & l'intelligence de ceux qui s'appliquent à ce travail.

Construction d'un foyer pour la cuisson du fer Osmund, *suivant la nouvelle methode.*

Maintenant que l'on sçait préparer des atteliers convenables à la cuisson de cette espece de fer, il est aisé de voir qu'ils ont bien des choses communes avec les autres forges : il y en a cependant qui sont si différentes, qu'on peut dire qu'elles leur sont en quelque façon, propres & particulieres: nous ne ferons que jetter un leger coup d'œil & comme en passant, sur les objets qu'on peut voir par-tout. La structure intérieure d'une cheminée est semblable à celles dans lesquelles on chauffe le fer pour le forger : avec de longues poutres, on fait un petit bâtiment quarré. Quand l'ouvrage est monté à la hauteur du toît, on l'affermit par trois forts chassis de bois, arrêtés dans le milieu par une grosse poutre qu'on met en travers, & qui sert de pilier pour soutenir les bois de la couverture. On pose transversalement une plus petite piece de bois, pour soutenir les soufflets & leur équipage. On arrête fermement cette piece de bois, pour qu'elle ne vacille point quand les soufflets seront en mouvement : tout cela est ici comme dans les autres fabriques, ainsi que la roue, son arbre & les contre-poids qui réglent le mouvement des soufflets.

Pour ce qui regarde le fourneau de fusion, qui est notre objet, il n'est pas fait comme les autres, non plus que la plûpart des outils : nous allons donc employer tous nos soins à l'examiner avec exactitude.

Quand on en fait la fondation, on arrange, autant qu'on en peut juger, de grandes pierres brutes, dont on emplit & garnit les

joints avec du fable & de la terre. On éleve ainfi ce maffif de maçonnerie, jufqu'à l'endroit qui doit former le foyer. Quand on en eft là, il faut laiffer une grande ouverture dans le côté, par lequel les Ouvriers doivent jetter les charbons, mettre le fer qu'on veut cuire, & le retirer quand il eft cuit. Au côté qui reçoit les foufflets, on en laiffe une plus petite quadrangulaire, par laquelle on infinue dans le foyer une feuille de fer pliée pour recevoir les buzes des foufflets. Au bout de ce canal (7) on laiffe un efpace d'une dimenfion déterminée : c'eft l'endroit deftiné à la cuiffon du fer (8). Cet efpace doit être exactement enfermé par le mur qui entoure deux des côtés. Les parois extérieurs du mur en pierres doivent être élevés à leur hauteur, ayant foin néanmoins que quand ils feront au-deffus de la grande ouverture dont nous avons parlé, on mette une grande & forte lame de fer pour fervir de foutien ; à mefure qu'on éleve la cheminée, on va toujours en rétréciffant, comme fi on formoit une pyramide.

Voyons maintenant le dedans du foyer. D'abord pour en faire le fond, on couche une plaque, quelquefois de pierre, d'autres fois de fer, & épaiffe de deux doigts fur dix-huit en quarré. Souvent on la met plus petite, fur-tout fi l'on a lieu de croire que les foufflets n'auront pas un vent proportionné à un grand efpace. Pour ce qui regarde la matiere de ce fond, comme il n'eft pas douteux que la pierre eft fujette à moins d'inconvénients, nous voyons qu'on la préfere au fer. Cette premiere piece pofée, on forme trois côtés avec des plaques de fer, qui font & qui paroiffent comme les parois du foyer. Leur épaiffeur eft égale à celle du fond, & leur hauteur eft de dix doigts. Il faut les placer de maniere que celle qui eft la plus proche des foufflets foit également partagée par la thuyere; c'eft-à-dire, que de la thuyere au devant il y ait huit pouces, & de la thuyere à la plaque oppofée au devant huit autres pouces. Le foyer eft exactement quadrangulaire, mais ordinairement de ces plaques, qui fervent de parois, deux font prolongées au-delà du foyer, ce qui caufe un changement dans leur longueur. En effet celle qui eft oppofée au devant a une coudée (9) de longueur. L'autre plaque n'a que 15 pouces $\frac{1}{4}$ de long, & la troifieme vingt & un pouces. La raifon pour laquelle la premiere & la troifieme plaques font plus longues que la deuxieme, c'eft que quand ces deux efpeces de parois ont paffé les limites du foyer, leur excédent fert à foutenir une efpece de plaque de fer, qui forme le quatrieme côté du foyer, étant placée fur le devant qui eft ouvert. C'eft dans ce côté ouvert qu'on ménage une fortie pour les fcories.

Après que les parois du foyer font bien arrangés, il faut employer toute fa fcience pour placer comme il faut la feuille de fer pliée (10), qui eft platte dans fa partie inférieure, & ronde au-deffus & aux côtés. Elle eft plus évafée du côté dans lequel on place les buzes des foufflets, d'où, comme une efpece d'entonnoir, elle vient toujours en rétréciffant jufqu'au bout par lequel le vent doit entrer dans le foyer. Voici comment on doit la placer : on l'introduit par le mur qui eft proche des foufflets : on l'avance un peu dans le foyer, de façon que de fon extrémité au parois oppofé il y ait 14 doigts d'intervalle. Il faut remarquer que tantôt on incline fa bouche, & tantôt on l'éleve : par exemple, quand le fer de cette efpece que l'on veut fondre, eft en menus morceaux, l'extrémité de la thuyere n'eft feulement diftante du fond que de fix doigts. Au lieu que fi on a à fondre du fer de la même efpece, mais qui a le défavantage d'être en groffe maffe, comme elle occupe plus d'efpace, le vent doit venir de plus haut, & pour lors la thuyere doit être à fept doigts du fond.

Enumération des inftruments néceffaires à cette mine.

La figure de la planche onzieme montre le foyer & les foufflets, avec la machine qui les fait mouvoir par le moyen de l'eau. Nous fuivrions le travail du fer *Ofmund*, en mettant des charbons dans le foyer & expofant à l'action du feu, la matiere qui doit le former, fi nous n'avions préalablement les Ouvriers à fournir d'outils néceffaires. Voici la defcription de ces outils, dans laquelle nous ne nous fommes attachés à aucun ordre. Parmi les autres on remarque un gros tronc de bois qui, je penfe, eft bien avant en terre, (il eft repréfenté en *A*) fur lequel on a mis une plaque de fer *B*; cette piece eft ou ronde ou quarrée, à fix & à huit faces; les bords en font élevés, afin que quand on bat ou qu'on coupe le fer *Ofmund*, aucuns morceaux ne puiffent tomber & être perdus. Il y a un trou au centre de cette plaque de fonte, lequel répond à un autre qui eft au-deffus du tronc de bois. C'eft dans ce trou, qu'on place l'enclume, & qu'on en arrête la racine. Il y a outre cela deux ringards ; un grand *C*, & un petit *L* : un crochet *E*; deux tenailles, une grande & une plus petite *F*; une hache finguliérement faite *G*; une maffe de fer *H* : il y a auffi un petit marteau plat aux extrémités, rond d'ailleurs; un crochet *E*; une pelle de fer pour mettre dans le foyer les menus morceaux de fer,

(7) La Thuyere. == (8) Le foyer, le Creufet. == Un pied & demi. == (10) La Thuyere.

& pour nettoyer le creuſet après chaque cuiſſon ; un rabot *K* ; un morceau de fer pour nettoyer la thuyere *D* ; un petit marteau *M* pour le chaſſer ; un baſche pour mettre de l'eau *O* ; une ſebille *N* ; un panier à charbon avec la civiere *P*. Je paſſe ſous ſilence le reſte des outils, comme étant trop connus.

Méthode encore plus nouvelle de cuire ce fer en uſage aujourd'hui.

Apre's que les Ouvriers ſont munis de tous les outils néceſſaires, rien n'empêche d'emplir le foyer de charbon & de pouſſiere de charbons ; ou bien, comme quelques-uns le pratiquent, de charbon pilé & de fer dur : ou ſi l'on n'a point de fer en maſſe, on l'emplit de menus morceaux. On place la maſſe avec laquelle on doit faire du fer *Oſmund*, contre le premier parois, c'eſt-à-dire, celui qui eſt directement oppoſé à la thuyere. On met le feu aux charbons, & on fait mouvoir les ſoufflets qui animent le feu, lequel pénétrant le fer de toutes parts, le fait ſuer & diſſoudre. Les gouttes qui tombent au fond du foyer, ſe coagulent ; & comme le feu n'y eſt pas ſi ardent, elles ſe durciſſent. Cette coagulation formant une maſſe dans le foyer, a donné lieu aux Ouvriers d'appeller cette maſſe *Loppe*. (11) Quand ils croyent que cette maſſe eſt ſuffiſamment coagulée, on la ſonde avec le crochet. Si elle a bien réuſſi on la reſſerre avec les ringards, & on la tire avec les tenailles. Quand elle eſt dehors, on la poſe ſur la plaque qui eſt autour de l'enclume, & les Ouvriers la frappent avec une maſſe de fer pour lui faire prendre la figure qu'ils jugent à propos. A ce premier travail, on fait ſuccéder celui du petit marteau, avec lequel on la frotte pour en détacher les ſcories. On la ſaiſit enſuite avec une tenaille, & ſi on la trouve bien diſpoſée, on la met ſur l'enclume pour la diviſer plus commodément avec le ciſeau, en autant de morceaux qu'il convient, ordinairement au nombre de 42. Cette diviſion ſe fait de maniere que tous les morceaux tiennent enſemble, comme les doigts ſont attachés à la paume de la main. Après cette opération, on l'appelle fer *Oſmund*.

Mais ſi la maſſe eſt ſi groſſe qu'on n'ait pû la tailler commodément, & qu'on ſoit obligé de la laiſſer entiere, on ne lui donne plus ce nom. Quant à l'eſpece dont on ſe ſert actuellement pour faire ce fer, on n'en prend ni de caſſant à chaud, ni de caſſant à froid : on choiſit celui qui eſt de la meilleure qualité. A l'égard de la quantité de matiere néceſſaire pour avoir une tonne de ce fer ainſi diviſé, il faut un poids de marine de fer crud, ou trente petits poids de fer caſſé en petits morceaux. On conſomme par chaque cuiſſon un panier de charbon : mais quand la cuiſſon ſe fait avec les gros morceaux qui reſtent dans le foyer, lorſqu'on ceſſe le travail, (12) il faut pour avoir la même quantité, plus de fer & plus de charbon. Pendant l'opération de la fuſion, l'Ouvrier doit travailler avec le ringard, de façon que rien ne s'attache au fond.

Après avoir parlé de ce travail, il faut parler des Ouvriers ; il eſt à obſerver que dans les forges deſtinées à la fabrique de cette eſpece de fer, il n'y a pas d'Ouvriers à demeure, & qui ſe faſſent un état réglé de ce travail particulier. Ils vont où ils trouvent le plus à gagner, comme font les Marteleurs. Au reſte ce ſont ordinairement les propriétaires qui ſont à la tête de ces atteliers, à moins que ce ne ſoient des perſonnes d'un rang & d'une dignité, qui les obligent de recourir au travail d'autrui. Il n'eſt pas néceſſaire d'avoir des Ouvriers qui ſe relayent pour travailler ſans relâche. On arrête le ſoir pour recommencer le lendemain matin, s'il eſt néceſſaire ; on ne travaille pas même aſſiduement toute l'année, mais ſeulement dans de certains temps, comme on le juge à propos. Si tout réuſſit bien, un Ouvrier avec ſon compagnon, peut faire en une ſemaine autant de fer *Oſmund*, qu'il en peut tenir dans dix à douze tonnes.

Au reſte, ce fer ſe vend partout le Royaume aux Fabriquants qui en font des cloux, des chaînes, des clefs, des ſerrures, des gonds, & autres petits ouvrages de ſerrurerie, qui étant d'un excellent uſage, les Colporteurs en fourniſſent par-tout. Celui qui n'eſt pas diviſé, reſte pour la plus grande partie dans la manufacture pour le compte des propriétaires, qui ont ſoin de le faire battre en feuilles dans leurs fabriques, ainſi que cela ſe pratique dans quelques batteries établies dans la paroiſſe de *Nora*. De ces feuilles de diverſes épaiſſeurs, on fait divers uſtenſiles, comme des lames propres à ferrer & garnir les portes ; des chanlates ; des garnitures de foyer, &c. On en fait même de la batterie de cuiſine, comme des poëles, des coquemars, des coupes, des caſſerolles, & pluſieurs autres choſes qui ſont d'un uſage journalier.

§. VI.

De la maniere de griller, fondre & cuire la mine de Dannorie en Roſlagie.

Cette mine, qui ſe tire des minieres de Danmorie, eſt ſi abondante qu'elle ſuffit chaque année à l'entretien de pluſieurs fourneaux: elle

(11) Loupe. = (12) La Sorne.

elle l'emporte ſur toutes les autres par ſa pureté & ſa richeſſe, au point qu'à toutes ſortes d'égards, elle mérite la préférence, étant la plus propre à toutes ſortes d'uſages. Le fer qu'elle donne eſt ténace à froid & à chaud, propre à toutes ſortes d'uſtenſiles, même à être converti en acier très-fin, & convenable aux ouvrages les plus délicats de la lime : auſſi le recherche-t-on en Europe & aux Indes, & on le vend plus cherement que tout autre. Ce fer paroît compoſé de fils ou de petites lames entrelaſſées.

Cette mine eſt très-peſante, couleur de fer ou de plomb, à peu près comme le fer qu'elle procure; compoſée de grains très-fins comme l'acier, & mêlée de fils très-déliés de pierre calcaire & de quartz qui la traverſent par-tout, comme autant de veines ou d'artères. Les grains de fer ſont ſi intimement mêlés avec ces veines, que cela donne à la mine une eſpece de couleur de plomb, mêlée de quelques nuances de blanc qui ſe fondent avec la couleur du fer qui eſt noire. Elle eſt auſſi très-fluide; car elle porte avec elle ſon menſtrue, c'eſt-à-dire, la pierre qui lui ſert de fondant.

Les morceaux de cette mine ont leur ſuperficie noire & polie, couverte d'une petite membrane de pierre de corne. J'ai vû auſſi des morceaux garnis extérieurement d'amiante verte, & diviſibles ſelon leur plein: car cette excellente eſpece de mine eſt compoſée de pluſieurs pieces quarrées, & ſe diviſe en pieces rhomboïdales comme des dez. Dans les minieres voiſines, appellées *Silfwerborgs Grufwor*, elle eſt la même que dans la grande qui s'appelle *Storgrufwan :* mais elle eſt plus verte, & contient un peu de ſoufre. Non loin de ces mines, on en trouva une, il y a long-temps, qui tenoit de l'argent. On trouve auſſi, çà & là, dans la miniere, des morceaux gros comme des noix ou des glands, de mine d'argent mêlée avec celle de fer; mais cela eſt rare. Proche de-là, il y a aujourd'hui une vieille miniere très-ruinée, qui s'appelle *le Puits de ſoufre*, parce que toute la pierre qu'on en a tirée autrefois, eſt tombée en pouſſiere, ſans doute parce qu'elle contenoit du ſoufre. Les morceaux choiſis de cette excellente mine donnent 64 livres de métal par quintal de minerais. Elle produit tant de fer qu'elle eſt préférable à toute autre, tant par ſa richeſſe & ſon abondance, que par la qualité du fer qu'elle donne.

Pour ce qui regarde la maniere de la traiter tant à la calcination qu'à la fuſion, il y a beaucoup d'affinité avec la méthode ordinaire dont nous avons parlé : mais comme il y a cependant quelques différences; que d'ailleurs cette mine eſt la meilleure de toutes, la plus fluide, la plus pure; j'ai cru devoir parler de ſon grillage, ſeulement en ce qu'il a de différent de la méthode ordinaire, afin que l'on puiſſe juger comment cette mine, ſi pure & ſi fluide, ſe gouverne dans le fourneau.

Maniere de calciner la mine de Danmorie.

Quoique cette mine ne ſoit pas ſouillée de ſoufres nuiſibles, on ne laiſſe pas de la calciner, & d'autant plus qu'on fait le bucher plus grand, & en état de porter beaucoup de minerais. Car, plus il y a de bois enflammé, plus la flamme qui attaque la mine eſt violente. On ne ſuit cependant aucune regle pour la dimenſion de ces buchers. Là, on les fait plus grands, ici plus petits. Aux environs de Léoſtadt, j'ai vû l'aire d'un de ces buchers qui avoit 22 aunes de long ſur 17 ou 18 de large (13). Le mur dont elle étoit entourée, n'avoit qu'une aune & demie de hauteur (14). A un des angles du mur, il y avoit une ouverture par laquelle on pouvoit entrer & ſortir.

Sur l'aire de cette foſſe à calcination, qui en Suede s'appelle *Roſtgrop*, on couche de gros bois, & des arbres entiers, ſelon la longueur de la foſſe, & à la hauteur de 3 aunes ou 3 aunes $\frac{1}{2}$ (15); de ſorte que le bois arrangé avec ordre, excede le mur d'une aune & un quart (16). Dans le bas, & proche de l'aire, on couche de gros bois qui ne ſont pas fendus, ſur leſquels on jette, non pas de petits morceaux de mine, mais les plus gros, à la hauteur d'une aune un quart : enſuite on arrange un ſecond rang de bois ſur la mine; il doit pour lors être refendu. Sur ce bois on met de la menue mine à la hauteur requiſe. Enfin, on couvre le comble de pouſſiere de charbon, mêlée avec de la terre pulvériſée.

Le feu étant mis aux angles, & le bucher allumé, la mine brûle & ſe calcine pendant 48 ou 72 heures.

Il y en a qui ont cru qu'il ne falloit pas calciner toutes les eſpeces de mines, ſurtout celles qui n'ont point de ſoufre ni aucune autre impureté : cependant on a toujours calciné celle de Danmorie, quelque pure qu'elle ſoit. On dit que ſi on ne la calcinoit pas, elle fondroit très-difficilement, & rendroit moins de fer. Au moyen de la calcination, les liens ſe briſent, & elle eſt mieux diſpoſée à céder au feu de fuſion.

Si vous regardez les morceaux de cette mine quand elle eſt calcinée, vous verrez que le feu lui a fait perdre ſon éclat. Par-tout où l'on voyoit du brillant, on ne voit plus qu'un blanc mat & éteint, parce que la pierre cal-

(13) 38 pieds $\frac{1}{2}$. ſur 29 $\frac{3}{4}$ ou 31 $\frac{5}{6}$. = (14) 2 pieds 7 pouces $\frac{1}{2}$. (15) 5 pieds $\frac{3}{4}$. ou 6 pieds. = (16) 2 pieds 4 pouces.

caire, mêlée avec la mine, se trouvant calcinée, le feu a répandu les veines de chaux par-tout, ce qui a éteint le brillant métallique. Nous avons dit qu'il y a des morceaux enduits ou comme enveloppés d'une membrane de pierre de corne : après la calcination, les endroits où étoient ces membranes, sont de couleur de foye de soufre, ou d'un jaune-rouge. Si on mouille cette mine calcinée, elle brille de différentes couleurs, bleu, verd, pourpre, imitant, pour ainsi dire, la beauté de l'arc-en-ciel ; car ces différentes couleurs paroissent en cercles égaux, & séparées par des lignes paralleles, ce qui vient des différents dégrés de chaleur. Dans certains endroits, la petite membrane de pierre de corne paroît enduite & couverte de vitriol blanc : mais c'est une poussiere de chaux insipide.

De la maniere de faire le fourneau & de former la cavité du ventre.

Pour la construction d'un fourneau, on choisit ici, comme ailleurs, le lieu le plus convenable. Sous le fond, on fait une fosse de 6, 8 ou 12 pouces de largeur, sur laquelle on met une pierre de roche un peu épaisse. Dans d'autres endroits, on couvre cette fosse d'une plaque de fonte, dont nous avons parlé dans le paragraphe premier. Sur cette pierre on met du sable, & sur ce sable une pierre épaisse, comme cela se pratique aussi ailleurs. De la fosse, il sort deux tuyaux de fer, l'un par le mur antérieur, c'est-à-dire, celui par où l'on fait les coulées, & l'autre sous les buzes des soufflets. La vapeur ne sort chaude du syphon qui est sur le devant, que le quatrieme jour depuis le travail, & plus tard de celui qui est sous les buzes des soufflets : on construit le fourneau de pierre grise ordinaire, avec des piliers de pierre. On ne met point de poutres de bois, pour le soutenir, comme ailleurs. La hauteur de la cavité intérieure ou de la cheminée, depuis le fond du foyer, est de 12 aunes ou 12 aunes $\frac{1}{2}$ (17) : on fait la cheminée de pierre de grais. On se sert de la même pierre pour le foyer, parce qu'elle résiste bien au feu. L'ouverture supérieure a 6 pieds ou 6 pieds $\frac{1}{2}$ de diametre : le ventre 7 $\frac{1}{2}$ ou 8 pieds. A l'égard du bas, le diametre en est à volonté, parce qu'on le rétrécit à la hauteur de 3 aunes (18), ou à celle qu'un homme debout sur le fond, peut atteindre en levant le bras & la main. Il y a en Roslagie même des fourneaux qui ont quelques légeres différences. J'en ai vû, dont le diametre de la partie supérieure étoit de 7 ou 7 pieds $\frac{1}{2}$: on fait ordinairement cette ouverture moins large, parce que le feu, la flamme & le temps, la rongent assez. L'obliquité des murs, sur le devant & sur les soufflets, monte très-haut : on les fait soutenir par onze marâtres de fonte : la pierre est arrangée par dégrés. Dans d'autres endroits, on se contente de cinq ou six marâtres. Dans ces fourneaux, le dessus est garni d'un mur de brique : il enferme l'espace supérieur, & sert à pouvoir mettre à l'abri les Ouvriers, la mine & les charbons ; ce qui est très-commode toutes les fois qu'il est nécessaire de renouveller les charges.

Aux environs de Léostadt, il y avoit deux fourneaux accolés, c'est-à-dire, enfermés dans une maçonnerie commune. La distance entre leurs cheminées ou cavités particulieres, étoit de 6 ou 7 aunes (19) : leur devant étoit éloigné l'un de l'autre de quelques aunes. La fusion se fait à merveille dans ces fourneaux rapprochés, sans néanmoins que le feu de l'un puisse augmenter ni diminuer, ni rien changer à celui de l'autre, quand même ils auroient entr'eux une communication par quelque fente, ou par quelque autre ouverture cachée ; ce qu'on découvre aisément, quand les charbons allumés d'une cheminée mettent le feu aux charbons encore froids de l'autre cheminée : la communication de cette chaleur surnuméraire, ne nuiroit en aucune façon au travail, comme je l'ai appris d'un Fondeur.

Du Foyer, du Vent, & de la Thuyere.

Sur la pierre fondamentale du fourneau, on éleve le foyer en la maniere ordinaire, de la largeur d'un pied & demi, sur la longueur ordinaire de trois pieds, & de la hauteur de quatre palmes, pour pouvoir contenir 4000 ou 4500 de fer en fusion. Le devant se ferme d'un bloc de pierre, & non de fer comme dans les autres fourneaux : ce bloc est de figure quarrée. L'ouverture qui est au-dessus & qu'on laisse pour la sortie des scories, est fermée par un morceau de pierre, & non de fer. Cette porte, qu'on appelle *tymp*, résiste à un feu extrêmement violent l'espace de vingt semaines. Quelquefois néanmoins elle se trouve consumée par une seule liquation ; ce qui paroît venir du soufre qui est dans la mine que l'on brûle alors, & qui petit à petit ronge le fer & la pierre. La coulée se bouche avec de la grosse argile, mêlée de sable : à chaque fois que l'on fait sortir le fer en fusion du creuset, on détruit aisément ce mélange.

On pose ici la thuyere comme ailleurs ; c'est-à-dire, qu'elle doit être dans la ligne centrale de la cavité, de façon qu'un poids descendant suivant l'axe de la cavité, doit tomber perpendiculairement à l'orifice de la thuyere.

(17) 21 pieds ou près de 22 pieds. = (18) 5 pieds 3 pouces. (19) 10 pieds $\frac{1}{2}$, ou 12 pieds $\frac{1}{4}$.

Elle eſt ici un peu plus grande que dans les autres fourneaux. Les buzes des ſoufflets, poſées ſur une lame de fer, ſont aſſez éloignées du bout de la thuyere. Cette lame de fer ne va pas juſqu'au foyer; mais avec de l'argile on l'allonge d'un demi-pied. Elle eſt poſée horizontalement, de maniere que le vent introduit dans le foyer, ne touche pas obliquement la ſuperficie du fer en fuſion, & qu'il ne frappe pas à l'endroit où le parois oppoſé touche le fer: ce qui eſt cauſe que le vent n'agit pas, comme dans les autres fourneaux, ſi fortement ſur les charbons que ſur la mine. On ſe conduit ainſi, parce que la mine de Danmorie fond aiſément, & qu'elle ſemble demander cette direction du vent. Si quelquefois les ſcories s'accrochent à la thuyere, & empêchent la ſortie du vent, ſur le champ on les détache: les ſoufflets ne ſont pas plus grands que ceux des autres fourneaux; mais on les fait aller un peu plus vîte.

De la cuiſſon & de la fuſion de cette mine.

Apre's que le fourneau a été ainſi conſtruit, & le foyer préparé, on commence à travailler. Pour cela, quoique les murs ſoient froids & les mortiers humides, on y fait d'abord un feu auſſi violent que dans un vieux fourneau bien ſec, & accoutumé à la chaleur: on ne prend point le ſoin d'échauffer doucement les murs, & de deſſécher les argiles qui ſervent d'enduit.

On emplit la cheminée de ſeize leſtes de charbons, ſi elle peut les contenir, mettant par-deſſus un demi-panier de mine calcinée, & réduite en petits morceaux, pour ſervir d'aliment au feu qu'on allume ſur le champ. On laiſſe les choſes en cet état quatre jours & quatre nuits, au bout deſquels on donne l'eau à la roue, & le vent au foyer: on augmente pendant huit à quatorze jours, la quantité de mines de différentes charges, ſuivant les indices que donnent le feu, les ſcories ou le fer.

Enfin, quand on eſt parvenu au plus haut dégré des charges, c'eſt-à-dire, lorſqu'on ne peut plus augmenter la doſe de la mine, alors en 24 heures on fait dix-huit charges, à chacune deſquelles on met 17 à 18 paniers, de mine, & douze tonnes de charbon: telle eſt la regle pour tout le fondage. Le vaiſſeau pour porter la mine eſt de fer, & peut en contenir 50 à 52 livres. Ainſi, on peut ſçavoir chaque jour combien peſant on met de mine, & combien on retire de fer; d'où l'on juge de la richeſſe de la mine. Aux environs de Léoſtadt, où ce travail réuſſit avec tout le ſuccès poſſible, chaque mois on conſomme 500 leſtes de charbon; & ailleurs, comme aux environs de Tobo, ſix ou ſept cents.

On tire, comme nous l'avons dit, la mine de deux minieres, qui ſont de différente eſpece. La mine de la grande eſt très-riche & très-pure; celle de la ſeconde, quoique ſans vice apparent, eſt plus verdâtre, & on la regarde comme plus ſulfureuſe: ſur 14 ou 15 paniers de la premiere, on en met deux de l'autre. C'eſt de leur mélange qu'on fait un excellent fer, qui eſt le véritable fer d'Orégrund. Dailleurs, cette mine fond aiſément: ſes interſtices ſont remplis de chaux, ce qui eſt cauſe que l'on n'y en ajoute point comme ailleurs. Autrefois on y en mettoit; mais aujourd'hui l'expérience a appris à la fondre ſans aucune addition: ce qui fait qu'avec la même quantité de charbon, le produit en fer eſt plus grand.

Nous avons enſeigné dans le paragraphe premier, que l'on donnoit une poſition oblique à la thuyere, de façon que le vent pouſſé dans le foyer alloit frapper le parois oppoſé, dans l'endroit même où il ſe joignoit au fer en fuſion. Ici, on la poſe preſque horizontalement, ce qui fait que le vent, au lieu d'aller frapper le parois oppoſé, gagne d'abord le haut, comme s'il étoit hors d'haleine dès ſon entrée. Les Maîtres prétendent qu'en donnant cette direction au vent, la fuſion ſe fait mieux, qu'on tire plus de fer, & qu'il eſt d'une meilleure qualité, que ſi la thuyere & le vent étoient inclinés: ils prétendent encore que par ce moyen, les grains du fer acquierent une certaine blancheur. Dailleurs, comme la mine de Danmorie fond aiſément, & qu'elle porte avec elle ſon menſtrue, qui eſt la chaux, il ne faut pas que le fer ſoit beaucoup cuit, ni beaucoup agité dans le foyer, afin qu'on puiſſe le mieux purifier dans le feu de la forge: voilà pourquoi la poſition horizontale de la thuyere & du vent, convient à cette mine, & ne convient pas aux autres eſpeces.

La mine calcinée donne beaucoup plus de fer, parce que les impuretés & les crudités en ſont chaſſées par le premier feu. Si elle n'a pas été calcinée, on voit une fermentation & une ardeur pareille à celle de l'eau qui s'enfle & qui bout. On entend même de temps en temps dans le fourneau, un bruit ſemblable à celui d'un coup de piſtolet, ou comme ſi les pierres de la voûte ou du foyer ſe briſoient: ce qui ne vient que de ce que la pierre crue, qui eſt dans la mine, tombant dans le foyer, eſt ſaiſie ſubitement par l'extrême chaleur du fer en fuſion, qui la met en pouſſiere avec éclat.

Au commencement d'une ébullition dans le foyer, c'eſt-à-dire, quand la mine y tombe, ſans être aſſez liquéfiée, la flamme qui ſort par le haut du fourneau, rougit d'abord. Elle paroît mêlée de fumée, ce qui fait noircir l'intérieur des parois dans le deſſus. Celle qui ſort par le devant, eſt chaſſée par un mou-

vement violent, qui de temps en temps, eſt interrompu. Si on regarde par la thuyere la liquation du fer & des ſcories, on verra clairement cette eſpece d'agitation : la matiere eſt en grand mouvement. Une partie s'éleve contre l'orifice de la thuyere, où elle ſe refroidit, noircit, & jette des étincelles dans ſon embouchure. Les Ouvriers ne ſe preſſent pas de remédier à cette effervefcence : ils ne veulent l'appaiſer qu'après un certain temps. Pour cela, ils mettent un ringard dans le foyer, & ſoulevent le fer en fuſion, ainſi que les ſcories qui ſont condenſées : ils tirent enſuite ces ſcories, ce qu'ils continuent de faire juſqu'à ce que la fuſion ſoit achevée.

Si la flamme s'éleve bien haut au-deſſus du fourneau, on dit que c'eſt une marque que la mine fond bien, & que le fer eſt très-liquide dans le foyer ; mais ſi la flamme ne s'éleve pas, c'eſt un ſigne que le fourneau eſt obſtrué d'une trop grande quantité de mine & de charbons : on dit qu'alors il eſt malade. Si la flamme rend un certain bruit ſonore, on dit auſſi que c'eſt un ſigne que la fuſion va bien ; au contraire, ſi ce bruit eſt foible, c'eſt un mauvais ſigne : quand le feu a bien endommagé le foyer, ce bruit ne ſe fait plus entendre.

Rarement dans les fourneaux dont nous parlons, le foyer eſt embarraſſé de ſcories, & on n'y trouve point de fer attaché après le fondage, comme il arrive dans les fourneaux où l'on brûle de la mine viciée par le ſoufre, l'arſenic, ou quelque pierre de mauvaiſe qualité qui fond difficilement. Au commencement d'un fondage, il y a des ſcories qui s'attachent au-devant du foyer : il faut l'en débarraſſer ſur le champ. Au reſte, ce foyer doit, comme les autres, être purgé de ſcories à chaque coulée.

On fait ſortir les ſcories toutes les fois que l'ouvrage le demande. Si le feu attaque la tympe, ce qu'il eſt aiſé de voir, parce qu'alors elle eſt toute enflammée, il faut les faire ſortir plus ſouvent que quand elle paroît froide. Lorſque la chaleur pénetre trop le mur de devant, il faut les laiſſer continuellement couler. Dans ces fourneaux, elles ſont de couleur pâle & non de couleur de fer, lorſqu'elles ſont froides.

On coule le fer en fuſion trois ou quatre fois par 24 heures : quand on a fait la ſixieme charge, il eſt temps de le couler.

On fait une eſpece de foſſe dans du ſable blanc très-fin : c'eſt une eſpece de lit, dans lequel on doit faire couler le fer en fuſion. On humecte ce ſable de beaucoup d'eau ; enſuite on abat l'argile qui ferme la coulée, pour ouvrir un paſſage, par lequel le fer ſort comme un torrent très-limpide, & va s'étendre dans les lits qui lui ont été préparés, en une maſſe longue en quelques endroits de 9, 10 ou 11. aunes (20). Le poids de chaque gueuze, eſt ordinairement de 8, 8 $\frac{1}{2}$, 9 ou 10 petits poids de marine, ou de Stockholm. Ce poids de marine équivaut à 400. livres métalliques, ou 320 livres ordinaires ; ce qui eſt cauſe que, quoique par chaque ſemaine on ait 189 de ces poids de marine, comme le poids de marine de fer crud doit être de 520 livres, ſi on réduit à ce poids les 189 qu'on coule par ſemaine, on n'aura que 126 poids de marine, tels qu'on les compte dans les autres Provinces de Suede, où on travaille les métaux : & on aura conſommé 125 leſtes de charbons.

Pour ſçavoir dans ces fourneaux, ſi la fuſion va bien ou mal, on tire auſſi des indices des ſcories, des couleurs & de la flamme. Ces ſignes ſont preſque les mêmes, que ceux dont nous avons fait mention ci-devant ; car ſi on voit ſur le fer ou ſur les ſcories, des écailles ou lames brillantes, comme le *ſterile nitidum*, c'eſt une marque qu'il faut plus de mine. Si vous regardez par la thuyere, vous verrez l'état du fer & de la fuſion, c'eſt-à-dire, combien il y a de gouttes noires & combien de blanches ; ſi la mine ne fond point trop ; ſi elle ne tombe pas toute en gouttes blanches, ou ſi elle n'y tombe pas aſſez ; ſi les gouttes mal-diſſoutes & noires n'offuſquent pas le foyer. Il y a encore ici un autre indice particulier, que je ne me ſouviens pas d'avoir obſervé ailleurs, & qui dénote ſi le fourneau demande plus ou moins de mine. En effet, ſi la gueuze longue de 9 ou 10 aunes paroît bien égale par-tout, c'eſt un ſigne d'une juſte proportion de mine de charbon : ſi au contraire elle eſt plus baſſe dans le milieu, c'eſt-à-dire, un peu concave, c'eſt une marque qu'il n'y a pas eu aſſez de mine.

Du fer crud de Roſlagie & d'Orégrund.

Le fer crud, qui ſort des fourneaux dont nous venons de parler, eſt compoſé de petits grains très-blancs, & d'une couleur brillante à la fracture : il eſt ſi fragile, qu'avec un marteau on peut le mettre en pieces. Dans ce fer crud, on n'aime pas la ténacité que l'on recherche dans toutes les autres eſpeces. On ne ſouhaite pas non plus, que la couleur des parties intérieures de la fonte ſoit plombée, griſe ou livide. On dit pour raiſon, que ce fer à grains fins & peu cuit, ſe fond & ſe réunit plus aiſément à la forge : ce qui n'arriveroit pas ſi la mine avoit eſſuyé un grand dégré de chaleur dans la fuſion. On recherche par préférence le fer le moins

(20) 15 pieds $\frac{1}{4}$, 17 pieds $\frac{1}{2}$, 19 pieds $\frac{1}{4}$.

cuit, parce que notre mine eſt d'une qualité ſi ſupérieure & ſi diſtinguée, que la fonte, loin d'être détériorée par une foible cuiſſon donne au contraire un fer qui, au foyer de la forge rentre mieux en lui-même, ſe ſoude & ſe rapproche mieux. La poſition horiſontale de la thuyere contribue à lui donner ce grain fin & brillant. Il faut charger la cheminée de beaucoup de mine; il n'eſt pas beſoin de lui en refuſer, comme dans les autres fourneaux, & il ne faut pas lui laiſſer deſirer de la nourriture : on peut ſans crainte lui en donner, juſqu'à ce qu'elle en ſoit raſſaſiée.

A la longue ce fer granulé & brillant à la fracture, prend à l'air une couleur violette, & ſe rouille aiſément. Au fourneau d'Alkarleby, où on mêle la mine de Danmorie avec celle d'Utho, le fer crud eſt, à ſa fracture, de couleur brune, griſe dans le milieu de la gueuze, & blanche & brillante proche la ſuperficie.

Il y a des fourneaux en Roſlagie, qui, avec la même mine ne donnent pas une ſi grande quantité de fer; par exemple, à Oſterby, où à chaque charge on ne met que douze paniers & demi de mine, chaque panier peſant 60 liv. les charges vont à 16 ou 17 au plus par jour. Aux environs de Tobo, les charges vont pareillement à 16 ou 17, & à chaque charge on met 18 paniers de mine, peſant chacun 45 livres. Dans le canton d'Alkarleby, on met 18 paniers de mine par charge, & on fait 14 ou 15 charges par jour : en 48 heures on coule cinq fois, & chaque coulée donne une maſſe de fer de 6 petits poids de marine, ce qui fait par ſemaine 70 à 77 de ces poids.

§. VII.

Des Forges de Roſlagie, de la liquation & cuiſſon du fer crud, & de ſon extenſion ſous le marteau.

La méthode de recuire & d'étendre le fer ſous le marteau en Roſlagie, eſt toute différente de celle dont nous avons parlé, qui s'appelle *à l'Allemande*, pendant que celle-ci eſt *à la Françoiſe* ou *à la Wallonne*. Suivant celle-ci, c'eſt-à-dire, la méthode Françoiſe, on peut avoir en une ſemaine, 50 à 60 poids de marine de fer battu, tandis que la méthode Allemande n'en peut procurer que 16 ou 20 : cette différence prodigieuſe m'engage à décrire en entier la méthode uſitée en France.

De la cheminée de la forge.

Cette cheminée eſt conſtruite de la même maniere, & dans les mêmes dimenſions, que celles décrites au ſecond paragraphe. Il n'y a aucune différence, ſinon qu'au-deſſus de l'ouverture du devant, il y a un mur de briques qui deſcend juſqu'à la hauteur du viſage de l'Ouvrier, de crainte que le feu ne l'incommode; car l'Ouvrier ne ceſſe de remuer, de tourner & de retourner le fer qu'il affine, ce qui le néceſſite d'avoir toujours la flamme devant les yeux. Au côté oppoſé, il y a une grande ouverture de trois pieds de long & deux pieds & demi de large, au-delà de laquelle il y a un petit édifice couvert. C'eſt par cet édifice & cette ouverture que l'on avance ſur des roulets la gueuze dans le foyer: la cheminée eſt ordinairement de $3\frac{1}{2}$ ou 4 aunes (1) de longueur, ſur 3 à $3\frac{1}{2}$ de largeur (2).

D'un foyer de forge qu'on appelle de liquation (3).

Dans chaque forge, il y a deux foyers, mais qui ne ſont pas ſemblables comme ailleurs. Dans l'un, on fond & on recuit ſeulement le fer crud, que l'on prépare à être étendu ſous le marteau : on l'appelle *foyer de fuſion* ou *de liquation*. Dans l'autre, on ne fait que chauffer le fer déja ramaſſé en une maſſe, pour l'allonger ſous le marteau : on le nomme *foyer extenſeur*. Le premier ou celui de fuſion, a deux pieds & demi de longueur, deux pieds & un quart de largeur, ſur un pied & un quart de hauteur. La lame de fer qui ſert de fond, a été coulée ſur cette dimenſion; deux des parois ſont auſſi faits avec des plaques de fer crud coulé; la thuyere n'eſt pas ſur une lame de fer, mais ſur une pierre poſée ſur le mur; les parois du foyer ſont perpendiculaires. A la partie antérieure, on met un vieux marteau, par l'œil duquel on fait ſortir les ſcories quand il eſt néceſſaire : ou bien, au lieu d'un vieux marteau, on pratique une ouverture de figure oblongue.

L'art de l'Ouvrier eſt de ſçavoir arranger ſon foyer, & de lui donner les dimenſions requiſes. Il faut qu'il ſçache placer ſa thuyere, de façon qu'il conſomme le moins de charbon qu'il eſt poſſible, & que la liquation s'opere dans le plus court eſpace de temps : au reſte, les Ouvriers ne ſont pas d'accord ſur ces dimenſions. Chacun d'eux fait ſon foyer ſuivant ſon expérience particuliere, & cache aux autres ſa méthode; ce qui eſt cauſe qu'à la fin de chaque ſemaine il dérange ſon ouvrage, & en efface les traces pour qu'on ne puiſſe pas en prendre les meſures. Au commencement de chaque ſemaine, quand il faut recommencer le travail, il rétablit ſon foyer ſur ſes dimenſions, qu'à cet effet il conſerve tracées ſur des regles de

(1) 6 pieds un pouce & demi, ou ſept pieds. == (2) 5 pieds un quart. == (3) Une Affinerie.

bois : cette défiance eſt cauſe qu'on ne peut pas donner ici des meſures communes & invariables, parce que l'un préfere la figure exactement quarrée, l'autre l'oblongue, celui-ci la plus profonde.

De la Thuyere.

On ſe ſert ici de thuyeres de cuivre, mais beaucoup plus épaiſſes que celles de fer. L'orifice en eſt à moitié circulaire, comme dans les autres endroits, avec cette différence que la bouche eſt plus grande, ce qui eſt cauſe que dans le même eſpace de temps il peut entrer une plus grande quantité de vent dans le foyer; car pour cet ouvrage il en faut beaucoup. On place ici la thuyere plus proche du fond que dans les autres foyers. Il faut que ſon dos, ou ſa partie ſupérieure convexe, ſoit horiſontale avec la marge ſupérieure du parois oppoſé. La partie platte du deſſous de la thuyere ne paroît plus alors être diſtante du fond, qu'environ de trois quarts de pied. On ne la dirige pas de façon à couper le foyer en deux parties égales. Elle eſt éloignée du devant de ſept parties, & de cinq ſeulement du côté oppoſé au devant. On poſe la thuyere aſſez obliquement pour que le vent raſe & balaye le fond, & qu'il n'aille pas frapper loin de la jonction du fond avec la partie inférieure du parois oppoſé à la thuyere. Il faut beaucoup d'exactitude pour la placer, & beaucoup d'art pour ne pas manquer ces meſures.

De la maniere de liquéfier & cuire le fer crud.

On emplit d'abord le foyer de charbons entiers, grands & choiſis, dont il faut avoir bonne proviſion, parce que les charbons menus & en pouſſiere rendent un meilleur ſervice au foyer extenſeur. A l'aide de deux roulets, qui portent la gueuze, on l'avance vers le foyer dans lequel on le fait entrer. Elle y eſt inclinée, & cette inclinaiſon vers le fond eſt d'environ vingt dégrés. Au moyen de cette inclinaiſon & des roulets, on l'avance aiſément tant qu'on le juge à propos. On l'arrange de façon qu'un de ſes bouts, environné de feu & de charbon, ſoit directement frappé par le vent. D'abord que le feu a diſſout la partie qui lui étoit expoſée, on l'avance pour en expoſer une autre à ſon action. Quand on a donné le vent au foyer, il ne ſe liquéfie que la partie de la gueuze qui lui eſt oppoſée, & à chaque fois on n'en détache, & l'on ne fond que ce qu'il faut pour faire une barre, qui doit être étirée ſous le marteau.

Pendant la liquation, l'Ouvrier tient continuellement ſon ringard dans le feu : il travaille, remue, agite de tous côtés le fer liquéfié. Tantôt il ramene au feu le fer qui ſe cache dans les angles : tantôt il arrache du fond & des parois, celui qui s'y eſt attaché : tantôt il expoſe au vent celui qui étoit ſous la thuyere : enfin il ne ſouffre point qu'aucune partie du fer liquéfié ſoit ſeule & éloignée du vent. Si on regarde l'extrémité de la gueuze qui ſe liquéfie, on voit comment ſe fait cette opération. Cette partie paroît groſſiere, inégale, de couleur bleue tirant ſur le blanc. Il en dégoutte ſans diſcontinuité du fer, qu'il faut chercher par tous les angles du foyer pour le remettre au vent. Enſuite l'Ouvrier raſſemble toutes les parties diſperſées, & les amaſſe en une eſpece de pain, ce qui demande bien du travail. Il éleve enſuite un peu cette maſſe ſur les charbons, où il la laiſſe à nud pendant une minute ou 90 ſecondes. On dit que cela purifie le fer : mais la grande induſtrie, le grand art, c'eſt de continuellement remuer & agiter la maſſe fluide; autrement on prétend que le fer ne peut pas être bien purifié.

Pendant cette liquation on augmente ou diminue le vent ſuivant le beſoin : pour cela l'Ouvrier ouvre ou ferme la vanne qui donne de l'eau à la roue, par le moyen d'une baſcule qui eſt ſous ſa main contre le foyer. A ce moyen, il augmente ou diminue le vent; ce qu'il fait ſouvent, laiſſant ſeulement quelques petits intervalles entre le plus ou le moins. Au reſte on fait mouvoir-là les ſoufflets plus vivement qu'ailleurs.

Chaque liquation dure ordinairement une demi-heure; cependant ſi l'Ouvrier eſt habile & laborieux, elle ne doit durer qu'un quart-d'heure. Dans ce dernier cas, il ſera continuellement occupé à agiter le métal, & à donner un vent proportionné. S'il faut faire une maſſe, ou un pain (4) plus gros, il faudra plus de temps.

A chaque fois on ne fond pas plus de fer qu'il n'en faut pour faire une bande, qui doit être étendue ſous le marteau, moyennant quoi on n'eſt pas dans le cas de faire de ces maſſes conſidérables, qu'il faut encore recuire, couper ſous le marteau avec le ciſeau, & dont il faut encore chauffer les morceaux. Ici on prépare des pains de la groſſeur & du poids qu'il convient pour faire une barre. Cependant cela n'eſt pas toujours exactement d'un poids égal, ce qui eſt cauſe que l'on fait des barres, ou des barreaux de trois ou quatre façons, & de différents poids. Un barreau, par exemple, portera un pouce quarré; un autte, un pouce

(4) Une Loupe.

& demi; celui-ci, deux pouces & demi, & ainsi de suite.

Pour chaque pain on consomme environ une tonne de charbons : dans les autres endroits de Roslagie, on en brûle une & demie, & quelquefois deux. D'une gueuze longue de neuf ou onze aunes (4) on fait trente-cinq pains, c'est-à-dire, trente-cinq barres ou barreaux. Il y a une forge dans laquelle on ne brûle que 28 tonnes de charbon pour la consommation d'une gueuze, pendant que dans les voisines on en brûle trente-cinq.

Quand le fer liquéfié est ramassé en une masse, on la tire du foyer, & on la place sur une espece d'enclume basse, sur laquelle on la bat de tous côtés de 15 ou 16 coups de masse, ayant soin de l'applanir, & de détacher toutes les parties anguleuses & inégales. Cette masse enflammée ressemble à un fromage creux : elle est de forme ronde sans être fort épaisse, creuse dans le milieu, où il y a un grand dégré de chaleur.

L'Ouvrier porte sous le marteau cette masse refoulée, & à force de coups il la réduit en un morceau oblong, qui s'appelle *une piéce*, en Suédois *Smida ut til kolf*; il la reporte ensuite dans son foyer, la plonge dans le feu, & l'expose au vent. Quand un côté est chaud, il la retourne pour exposer l'autre côté au vent. Cette piéce est autant de temps à chauffer, qu'il en a fallu pour la fondre & la mettre en masse. Pendant que l'on en prépare une nouvelle, il y a toujours une de ces pieces qui chauffe dans le même foyer. Lorsqu'on retire la piece qui a été plongée dans le foyer, & tournée de tous côtés à l'impétuosité du vent, elle paroît rongée & diminuée. On voit qu'une partie du fer a péri par l'action réunie du feu & du vent; alors on la donne à l'Ouvrier qui travaille au foyer extenseur, & qui sçait la mettre en bande ou barre sous les coups du marteau, il saisit avec une tenaille cette piece enflammée; & dès la premiere fois qu'il la fait battre au marteau, il l'allonge de trois pieds.

On ne laisse point sortir de scories du foyer de liquation; mais on les y retient comme enfermées. Là, ou elles se dissipent en l'air, ou le feu les détruit, ou elles demeurent dans le fer : à la fin de l'ouvrage il reste seulement une masse informe. Comme il ne sort point de scories de ce foyer, les maîtres Ouvriers prétendent qu'il ne se perd point de fer.

Dans quelques autres endroits de Roslagie, où le fer crud est fait avec la mine de Danmorie, mêlée à celle d'Utho, ou autre, on laisse sortir les scories du foyer, mais seulement deux fois par 24 heures. Si on ne les laissoit pas sortir, les Ouvriers prétendent que la liquation & la recuisson se feroient difficilement ou séchement, pour se servir de leur expression.

Sur le fer liquéfié & continuellement remué, on jette de temps en temps des scories & des battitures, que l'on ramasse autour de l'enclume : on dit que cela rend le fer plus fluide. On doit aussi agiter le fer sans discontinuation, de crainte qu'il ne demeure trop liquide, & qu'en cet état il ne brûle ou ne se recuise trop. Si on le laisse, comme on le fait dans les autres foyers, jusqu'à ce qu'il commence à se recuire, on prétend que cela fait tort à cette espece. Cela est cause que d'abord qu'on remarque dans quelques parties quelques signes d'ébullition, on fait sortir les scories, ce qui ne se fait jamais que dans cette occasion. On a soin que la liquation ne soit pas trop liquide. Les Ouvriers prétendent que non-seulement cela dégrade le fer, mais encore qu'il en périt une grande quantité.

C'est ici qu'il convient de faire la comparaison de la méthode Allemande avec la Françoise.

1°. Dans les forges d'Allemagne, ou celles que nous avons décrites dans le second paragraphe, il y a à la vérité deux foyers; mais ils sont tous deux pareils, & servent au même usage. Dans les forges à la Françoise, il y a de même deux foyers; mais l'un sert à la liquation, & à la recuisson du fer crud, tandis que l'autre ne sert qu'à chauffer le fer qui doit être étendu en barres : ce qui fait que ces deux foyers sont fort différents, à raison de l'usage différent que l'on en fait.

2°. En Allemagne on construit le foyer, ou le creuset, différemment qu'on ne le construit en France. Là il y a trois parois de fer; ici il n'y en a que deux, & la thuyere n'est pas posée sur une lame de fer, mais sur le mur.

3°. Dans la méthode Allemande, la thuyere est plus éloignée du fond, & dans la Françoise, plus proche. Dans la premiere, les soufflets vont plus lentement que dans la seconde, où l'Ouvrier est le maître de les faire mouvoir suivant que son ouvrage le demande. L'orifice de la thuyere est aussi plus grand, afin de pouvoir donner plus de vent.

4°. La plus grande différence est dans la méthode même de la recuisson. En Allemagne, on liquéfie tout à la fois une ou plusieurs masses, jusqu'à la concurrence de près d'un poids de marine. Dans la France, on ne liquéfie que la portion nécessaire pour faire une bande, ce qui ne fait que la 20e. ou 30e. partie d'une gueuze.

(5) 15 Pieds $\frac{1}{2}$, ou 19 pieds $\frac{1}{4}$.

5°. Dans le travail Allemand, on cuit & recuit le fer de façon qu'il eſt fondu & refondu, au lieu que, ſuivant la méthode Françoiſe, on ne le cuit qu'une fois ſeulement; car quand on a fondu une partie de la gueuze, ſuffiſante pour faire une barre, on tire tout de ſuite cette partie du foyer, ſans la remettre au vent ni la faire refondre une ſeconde fois. Après la premiere liquation, on la tire du feu, & on la porte ſous le marteau : cela ne demande que l'eſpace d'un quart-d'heure, ou d'une demi-heure, pendant que dans les foyers à l'Allemande, il faut pluſieurs heures à chaque liquation.

6°. Dans le travail à l'Allemande, on laiſſe le fer plus long-temps tranquille dans le foyer. A la Françoiſe, on le remue & l'agite continuellement; on le cherche par tous les recoins pour le ramaſſer en un pain.

7°. Dans un foyer Allemand, il faut cuire le fer deux ou trois fois : ici une ſeule fois ſuffit, & on ne le laiſſe point, comme une liqueur, entrer en effervescence, ni bouillonner, comme cela ſe pratique dans la méthode Allemande : pour l'empêcher, on l'agite ſans relâche avec les ringards, en augmentant le vent, ce qui fait qu'il ſe coagule, & ſe ramaſſe en une maſſe d'une certaine conſiſtance.

8°. On tire les ſcories des foyers Allemands; on les laiſſe en France. Si elles reſtent dans le fer, elles en ſortent bientôt en forme de ſueur, dans le foyer d'extenſion.

9°. Suivant la méthode Allemande, on emploie des charbons mêlés, des grands avec des petits, des entiers avec de la pouſſiere : ici on n'emploie que les entiers capables de procurer une grande chaleur. Toutes les pouſſieres & menus charbons ſont réſervés pour le foyer extenſeur.

Par tout cela, on voit les différences de recuire le fer ſuivant cette derniere méthode, ou ſelon celle indiquée dans le ſecond paragraphe. Il y en a encore pluſieurs autres, mais de peu de conſéquence. Il faut examiner auſſi la différence du fer. Dans les foyers Allemands, on demande du fer crud, qui ſoit tenace, & qui, dans ſa fracture, ſoit de couleur griſe. Ici, on veut du fer qui ſoit plus crud & moins cuit, fragile, dont la caſſure offre de petits grains & points brillants : car ſi l'on n'a pas du fer de cette eſpece, la liquation ſe fait difficilement dans le foyer, & avec plus de peine. Au moyen du mouvement & de l'agitation que l'on donne au fer dans les foyers de forge, il s'améliore & ſe purge de ſes crudités.

Le fer crud, qui eſt tenace, & qui a été bien cuit dans le fourneau, non-ſeulement réſiſte plus long-temps au feu, & ne veut pas en être dompté; mais ſon déchet eſt moins grand que celui des fontes blanches & caſſantes. Le plus ou le moins de produit n'étant point ici une perte ou un gain pour l'Ouvrier, il n'aime & ne recherche que le fer qui ſe liquéfie le plus aiſément, & qui exige moins de travail pour être amaſſé en pains; ce qui au reſte, revient preſque au même; car autant on a épargné de charbons au fourneau pour fondre beaucoup de mine, & en tirer du fer crud, autant il en coûte pour le recuire dans les foyers de forge.

Du ſecond foyer que l'on appelle
Foyer extenſeur.

L'AUTRE foyer, dans lequel on tranſporte le fer auquel le marteau a déja donné une certaine forme oblongue, eſt d'une ſtructure différente. La cheminée eſt pareille à celle dont nous venons de parler, avec un petit mur de brique ſur le devant pour garantir de l'action du feu les yeux des Ouvriers. Elle eſt bâtie d'ailleurs tout de même & dans les mêmes dimenſions : mais le foyer ou creuſet eſt abſolument différent. Il a deux pieds de largeur depuis la thuyere juſqu'au côté oppoſé, & trois à quatre pieds de longueur. On lui donne cette longueur, parce que les barres que l'on y doit chauffer, s'y introduiſent & ſe placent ſuivant leur longueur. Le côté qui eſt long, n'eſt pas élevé perpendiculairement; mais à ſa partie ſupérieure, il ſe renverſe un peu en dehors, de façon qu'il eſt plus large au-deſſus qu'au fond, ſans néanmoins que cette obliquité ſoit conſidérable.

Pour ce qui regarde la thuyere, elle eſt éloignée du fond, entre dans le foyer, & a autant d'inclinaiſon que celle du foyer de fuſion que nous venons de décrire.

Le ſecond foyer ne ſe remplit pas de charbons gros & entiers, mais de pouſſiere & de menus charbons. On jette cette pouſſiere mêlée de menus charbons dans tous les coins & au milieu de ce foyer, dans lequel on les accumule juſqu'à une certaine hauteur, ce qui fait que ce tas reſſemble à un tombeau, ou à un bucher de pouſſiere de charbons. Il faut pour cela huit ou neuf tonnes de pouſſiere de charbons, que l'on mélange avec de menus charbons, ceux qui ont été rebutés au foyer de fuſion comme n'y étant pas propres. Plus il y a de ces pouſſieres, mieux on dit que les barres ou barreaux qu'on y chauffe réuſſiſſent. Sur ce fondement, on a grand ſoin de ramaſſer par-tout ces pouſſieres de charbon, laiſſant les gros & entiers pour le foyer de fuſion.

Lorſque le foyer eſt plein de cette pouſſiere, on jette deſſus un panier de meilleurs charbons auquel on met le feu. Les barres qu'on a déja commencé à battre, ainſi que nous l'avons dit, ayant encore des parties qu'il faut faire étendre ſous le marteau, on

expoſe

expose au vent qui perce dans le foyer, la portion qui reste à travailler, & on la rapproche du vent quand elle est sur le point d'être portée au marteau. Celles qui n'ont pas encore été sous le marteau, ne se mettent pas tout contre le vent; on les en éloigne un peu, parce qu'il ne faut pas un si grand degré de chaleur. On tient toujours au vent le fer qui est prêt à être porté sous le marteau. On peut donner différents degrés de chaleur au fer, soit en l'éloignant de la thuyere, soit en le plaçant dans tel ou tel endroit du foyer; en le mettant dessus ou dessous la thuyere; enfin, en le plongeant dans une plus ou moins grande quantité de charbons allumés & en poussiere.

Il y a plusieurs indices pour juger de la maniere dont le fer est chauffé dans le foyer extenseur, soit liquidement, soit séchement comme on dit; si le fer étant chaud & rouge, ou d'un rouge obscur, même si la flamme paroît plus obscure que de coutume, c'est un signe que le fer ne chauffe pas bien, & qu'il chauffe séchement. On en juge encore de même lorsque les scories ont de la peine à sortir du foyer. Les Ouvriers disent qu'alors les scories se retirent vers la thuyere, & que c'est ce qui les empêche de couler par l'ouverture qui leur est destinée. Ordinairement elles se durcissent vers l'ouverture de la thuyere. Si le fer est chaud au blanc, & qu'il jette beaucoup de menues étincelles blanches aussi, c'est une marque qu'il chauffe bien. Le meilleur indice d'une chaleur convenable, c'est lorsque la couleur du fer & des étincelles tire un peu sur le bleu. Ici la couleur du fer chaud est d'un bleu fondu dans beaucoup de blanc. Dans les autres endroits, cette scintillation est la marque d'une trop grande chaleur, & d'un fer brûlé, au lieu qu'ici c'en est une que le fer est chaud comme il faut, & qu'il est bon à être porté sous le marteau.

Au reste, on tempere la trop grande chaleur du feu avec du sable & des scories. On regarde de temps en temps le fer pour voir s'il est trop ou pas assez chaud. On en juge à sa couleur; car si l'Ouvrier voit que la chaleur se communique trop séchement, il met du sable, mêlé avec des scories pilées, sur le fer brulant, & cela sur tous les côtés: après quoi il le remet au feu, & le place ou au vent ou proche du vent, suivant le degré de chaleur qui lui est nécessaire.

Souvent on ôte les scories du foyer extenseur, deux, trois, quatre, & jusqu'à cinq fois pendant la durée de chaque liquation, ce qu'on appelle *une tournée*, qui est l'espace de temps qu'il faut pour mettre sept pains en barres. On dit que c'est bon signe, lorsque le foyer abonde en scories. Dans le cas contraire, on tient que l'ouvrage se fait trop séchement.

On choisit pour ce foyer de menus charbons inutiles à d'autres usages. Il n'en faut pas tant qu'au foyer de fusion. On ne remplit le creuset qu'aux deux tiers. Dans une forge simple, pour avoir trente-cinq pains dans un foyer de liquation, on consomme 28 paniers de charbons choisis, & 20 dans l'autre foyer pour les forger. Au reste, dans ce dernier, il faut une tonne de menus charbons pour le forgeage de chaque bande, au lieu qu'il en faut une & demie, deux, & jusqu'à deux & demie, dans les autres forges de Roslagie.

Dans ces forges, le marteau ne cesse de battre le fer, & n'a point de repos, de façon qu'il s'échauffe beaucoup ainsi que l'enclume. Pour y remédier, car la trop grande chaleur les amolliroit, il y a un petit courant d'eau qui vient continuellement arroser le tronc de l'enclume dont le pied en est environné de toutes parts. Lorsqu'une bande est étirée, & qu'on la bat sur le plein de l'enclume pour la dresser & l'unir, un enfant frappe sur l'eau avec un bâton, ce qui fait jaillir des gouttes d'eau froide sur le fer chaud, sur le marteau & sur l'enclume, qui en sont arrosés, ce que l'on continue de faire jusqu'à ce que la barre soit unie.

Pour ce qui regarde la quantité de fer qu'on peut forger dans une semaine, dans une forge simple, c'est-à-dire, où il n'y a pas tant d'Ouvriers, d'aides & de goujats, que dans les autres forges, chaque semaine on en fait quarante grands poids de marine, ou 44 de Stockholm. Dans celles où il y a beaucoup d'Ouvriers, d'aides & de serviteurs, on a éprouvé que dans un foyer extenseur, on pouvoit en une semaine mettre en barres 72 poids de marine de Stockholm. L'ouvrage d'une semaine est de 128 heures.

Quant au déchet du fer crud, les Ouvriers ne s'embarrassent pas qu'il s'en perde plus ou moins. Les uns pensent qu'il ne s'en perd pas beaucoup, parce qu'on ne laisse point sortir de scories du foyer. Il y a cependant une grande diminution dans le fer, ainsi qu'il est aisé de le prouver par le calcul. Dans une forge on raffine & tire en barres ordinairement 11 gueuzes & demie par semaine. Chaque gueuze pese communément environ neuf poids de marine. Or, onze gueuzes & demie ne rendent que 66 poids de marine de Stockholm de fer forgé: il est donc clair que de 104 parties de fer crud, on n'en a que 66 de fer pur & forgé. Dans une forge simple on fond sept manes & demie de fer crud par semaine, ou, ce qui est le même, 67 poids de marine, qui rendent 42 ou 43 poids de marine de fer forgé. Donc le fer crud diminue

dans la proportion de 104 à 66, ou de 67 à 42, ou de 26 à 17 $\frac{1}{2}$; ce qui prouve qu'il périt plus d'un tiers de fer crud, pendant que, suivant la méthode Allemande, il n'en périt que $\frac{3}{13}$; la différence est de 13 à 9. Cette diminution provient beaucoup de la qualité du fer crud. Les Ouvriers aiment celui qui a des grains, qui est blanc & peu cuit : ainsi il n'est pas étonnant qu'il y ait plus de déchet.

Les poids dont on se sert ici, sont bien différents des poids ordinaires. Un poids qu'on appelle *wicht*, équivaut à un poids & demi de marine de Stockholm : deux *wichts* & demi font un poids qu'on appelle *mill*, ou trois poids & demi de marine.

Dans chaque forge, il y a huit Ouvriers : deux Maîtres, un qui préside au foyer de liquation, l'autre au foyer extenseur ; pour trois poids & demi de marine, on leur donne à chacun un thaler & demi de cuivre : un Compagnon, qui par *mill*, gagne un thaler & un quart ; quatre goujats auxquels pour la même quantité de fer on donne un thaler chacun, & l'enfant qui bat l'eau, lequel gagne un demi-thaler. Outre cette rétribution, on leur donne encore tous les ans une petite gratification, qu'on appelle la *piece pour boire*.

L'office de l'enfant qui s'appelle *Goujat* ; est de jetter de l'eau sur les barres qui sont sous le marteau, d'y imprimer la marque ; & pendant l'extension, de la soutenir avec une espece de crochet, afin de l'entretenir sur l'enclume.

Lorsqu'un bout de la barre est forgé, on le trempe dans l'eau pour le refroidir : peu de temps après, on le retire sur le bord du bâche, où il reste un moment. On le replonge une second fois dans l'eau, d'où on le retire encore promptement sur le bord du bâche. Enfin, on le replonge une troisieme fois dans l'eau, où l'on le laisse jusqu'à ce qu'il soit refroidi : alors on le porte au foyer extenseur, & on y enfonce la partie qui reste à forger.

Si l'on étoit obligé de faire réparer le foyer d'extension, ou bien si l'on manquoit soit d'eau, soit de poussiere de charbons, on ne laisse pas pendant ce temps-là que de travailler au foyer de liquation (6). On y fait plusieurs pieces, que l'on forge par la suite : on en fait en une semaine, jusqu'à concurrence de 90 poids de marine.

Nous pouvons encore voir ici, ce que les méthodes Allemande & Françoise ont de différent pour mettre le fer en barres. 1°. Le second foyer Allemand, n'est point différent du premier. On fait également la même besogne dans l'un & dans l'autre ; au lieu qu'en France on ne fait que chauffer le fer dans le second foyer, sans l'y fondre lorsqu'il est encore crud. 2°. Le foyer Allemand est presque quarré ; le François est oblong, outre que le parois opposé au vent est incliné en-dehors. 3°. On y chauffe le fer uniquement dans la poussiere de charbons, mêlée avec de menus charbons, ce qui ne se pratique pas dans un foyer Allemand. 4°. Il y a d'autres usages touchant le dégré de chaleur du fer dans ce dernier foyer, que dans un François, où l'on cherche une chaleur allant au blanc mêlé de bleu. On cherche même à donner au feu un assez grand dégré de chaleur, pour que de toutes parts il jette des étincelles, comme des rayons de feu ; ce que l'on évite pour le fer chauffé dans un foyer Allemand. 5°. Il faut moins de charbon pour fondre & forger la même quantité de fer, suivant la méthode Françoise, qu'il n'en faut selon l'autre. 6°. Indépendamment de cette épargne, l'ouvrage va plus vîte en France ; car, dans une forge à deux foyers on y raffine & on y bat par semaine 40 à 60 poids de marine de fer, tandis qu'à suivre la méthode Allemande, dans le même temps & dans deux foyers, on ne peut fondre & forger que 16 à 22 poids de marine de fer.

Il seroit trop long de rapporter les autres méthodes de fabriquer & travailler le fer en Suede. Il y en a qui se servent de la Françoise : mais comme ils mélangent des mines de nature différente, dont les fers ne peuvent se dissoudre au vent de la thuyere, mais veulent être fondus plus lentement, & demandent plus de temps pour être saisis par le feu, ils ne peuvent le purifier par cette méthode, ni ramasser en un seul pain le fer liquéfié. Ils sont obligés de faire sortir les parties vicieuses, lorsqu'elles sont séparées des autres, c'est-à-dire, qu'ils sont souvent obligés d'écumer le foyer, quoiqu'il ne soit qu'à demi-plein de fer liquide. Ils sont même forcés de modérer le feu & le vent, de crainte que ces parties vicieuses ne se mêlent encore dans le fer à l'aide de la chaleur, & ne le fassent plutôt brûler : ils ont donc recours à leur expérience particuliere pour amollir le fer, le rendre ductile & doux, enfin pour le bien battre & le polir sous le marteau.

Quelques-uns cependant ayant une autre espece de mine, que celle dont on se sert dans les forges dont nous venons de parler, & prenant modele sur ces foyers à la Françoise, ont tenté d'en faire de pareils, & d'adopter cette méthode en coulant de longues masses triangulaires, les exposant au vent, les liquéfiant comme en France, les ramassant en pains en remuant continuellement le fer avec un ringard, & en le por-

(6) L'Affinerie.

tant, après le premier forgeage, dans le foyer destiné pour l'étendre; mais le succès n'a pas répondu à leur espérance : car le fer à recuire n'étoit pas de la même qualité, ni de la même configuration ; il n'étoit plus si fusible dans les foyers de forge ; il sembloit résister au feu avec opiniâtreté ; une grande partie se convertissoit en scories, desquelles il falloit souvent débarrasser le foyer : ainsi, ils ont été obligés de recourir à leurs anciens foyers, & à leurs usages ordinaires. Le fer de Danmorie fond aisément, & se coagule aussi-tôt qu'il est fondu, ce qui fait qu'on le ramasse aisément en pains. Il n'a pas besoin d'une seconde cuisson, parce qu'il n'est pas chargé de beaucoup de soufre, ni de pierres nuisibles ; ce qui est cause qu'il n'est pas nécessaire de le cuire & recuire pour, avec le secours d'une extrême chaleur, le purger des impuretés qu'il n'a pas. Il suit de-là que chaque espece de espece de fer a sa maniere particuliere d'être travaillée, & qu'elle se refuse à toutes les autres.

§. VIII.

De la maniere de fondre la mine de fer en France.

Il y a beaucoup de fourneaux en France, pour la fusion de la mine & la préparation du fer crud, sçavoir : Dans le Nivernois, les fourneaux de Sauvage, Chante-Merle, Bizy, la Sanoderie, Corbolin, de Pot, de Chandaux, de Guichy, Cramin, Ravau, la Blouse, Premiere, Moulin-Bilouse, Montigny, Cigogne, Azy-Valotte-Sadonne, Charbonnerie. Dans le Berry, ceux de Melian, Grossouvre, Soutet, Torteran, Feuillardes, Pressy, Courbanson, la Cailloderie, Bonnau, Creuzon, Ardante ou Claviere, Morcuit, la Forge-Neuve, Bigny, Ivoye-le-Prez. Dans la Touraine, celui de Prévilly. Dans le Poitou, ceux de Meilleuret, Charneuil, &c. Il y a encore plusieurs autres fourneaux en Lorraine ; en Champagne; aux environs de Bar-sur-Aube, de Troyes ; dans les Ardennes, à Dagny & à Gironne : il y en a aussi en Normandie, en Bretagne & en plusieurs autres endroits.

Ce Royaume ne fournit pas beaucoup de mine dans les montagnes, ni qui soit unie à une roche dure. La plus grande partie est répandue sur terre, & dans les lieux marécageux, ce qui fait que l'on en ramasse de petits morceaux, qui sont répandus çà & là sur la superficie de la terre, & couverts de terre & d'argile. Par le lavage qui s'en fait à l'aide d'un petit courant d'eau, on détache la partie terrestre dont cette mine peu riche est imprégnée ; & quand elle a été brûlée & calcinée, on la met dans le fourneau. On trouve des mines en roche, *in Fay & Perige* (1). On dit que les mines que l'on tire de ces montagnes, sont fort sulfureuses : on en fait cependant du fer, mais d'une mauvaise qualité. Les Habitants connoissent à la marque & aux lettres mises sur le fer, de quelle qualité il est : on l'emploie à certains usages, faute d'en avoir de meilleur. La meilleure espece & le plus doux se travaille dans la Bourgogne, le Nivernois & même dans quelques lieux de la Champagne, comme le fer qu'on fabrique à Roche & qui en porte le nom : pour celui qui se fabrique dans la Normandie, la Bretagne & le Périgord, on dit qu'il est cassant.

En Champagne, Lorraine, Bretagne & Normandie, les fourneaux sont à peu-près construits comme ceux de Liége, dont nous allons parler. Il n'y a gueres que 20 ou 30 ans (2) qu'on s'y servoit de soufflets de cuir : on tire la mine de la terre. En 24 heures on fait 16 ou 20 charges, & à chaque charge on met 15 ou 16 paniers de mine & trois vans de charbon, avec deux paniers de pierre calcaire : cela produit 2000 à 2500 de fer crud, que l'on coule en masses longues. Chaque masse pese 12 à 1500 ; elles sont longues de 5 ou 6 aunes, & larges de 12 doigts. On fait les charbons avec les bois les plus compacts, comme le châtaigner, le hêtre, le chêne ; ce qui fait que le charbon est très-dur, & qu'il tient bien le feu : cela se pratique ainsi depuis plusieurs années.

Du fourneau de Grossouvre dans le Berry.

Aujourd'hui les fourneaux sont mieux bâtis & meilleurs que ceux qu'on faisoit autrefois, & dont nous avons déja en quelque maniere donné la description. Je donnerai pour exemple celui de Grossouvre, proche l'Allier, dans le Nivernois : les autres sont à peu-près de même. Sa hauteur est de 25 pieds françois ou de 27 de Suede, depuis le fond du foyer ; le dedans est quarré ; au milieu il y a une cavité très-large, & qui se rétrécit vers le dessus. L'ouverture d'en-haut, par laquelle on met les charbons & la mine, est large de deux pieds & demi en approchant du fond ; il a sept pieds en quarré ; dans le milieu, où est la plus grande dimension quarrée, le ventre a sept pieds & demi ; le foyer est haut de 19 à 20 doigts, long de 3 pieds & large de 18 doigts : l'orifice de la thuyere est dans le milieu du foyer.

Les soufflets sont de bois ; & suivant M. de Reaumur, ceux des forges ont les dimen-

(1) On a lieu de croire que par ces mots Swedemborg a voulu désigner l'Anjou & le Poitou. Il y a dans l'Anjou un Bourg qui s'appelle *Faye*, & dans le Poitou, Election de Saint Maixent, un autre Bourg appellé *Périgné*. On sçait d'ailleurs qu'il y a beaucoup de forges dans ces deux Provinces.

(2) Il écrivoit en 1734.

ſions ſuivantes. Leur longueur eſt de ſept pieds & demi ; ils s'élevent de 14 doigts ; leur plus grande largeur eſt de 42 pouces, la plus petite de 14 ; un ſoufflet ſe leve 206 fois par quart d'heure, les deux enſemble 412 fois : il a trouvé par le calcul, qu'à chaque coup un ſoufflet donne 20151 pouces & demi cubes d'air ; mais les ſoufflets de fourneau ſont beacoup plus grands, & en donnent à chaque coup 98220. Chacun d'eux ſe leve 120 fois par quart-d'heure, & les deux enſemble 240 fois. Les charges ſe renouvellent tous les cinq quarts-d'heures, lorſque les charbons ſont deſcendus à quatre pieds deux pouces. Chaque charge eſt de neuf raiſées ou paniers de charbon, avec douze paniers de mine, dont trois de la meilleure eſpece, & deſſus trois ou quatre paniers d'une eſpece de ſilex qui ſert de menſtrue : dans d'autres fourneaux, ce mélange eſt différent. Pour un millier de fer, il faut deux tonnes de charbon : en ſix jours & ſix nuits on coule dix fois, & on a dix longues maſſes de fonte, qui, en France, comme en Suede, s'appellent *gueuzes*.

D'un Fourneau à fondre la mine de fer dans le Dauphiné.

DANS le Dauphiné, aux environs de la ville d'Alvar, il y a dans la montagne de Vauche, pluſieurs galeries pour tirer la mine du fer : il y en a qui ont de 300 juſqu'à 600 aunes de longueur (3). On continue toujours d'y travailler ; mais au lieu de ſoufflets, on a établi des eſpeces de machines hydrauliques (4), qui fourniſſent du vent comme feroient des ſoufflets : on le pratique de même en quelques endroits d'Italie.

On bâtit le fourneau proche une eau courante, ordinairement au pied d'un côteau ou d'une montage, d'où ſe précipite le courant d'eau. On ſe ſert de tuyaux pour amener l'eau à la trombe : il y a 90 ans qu'on a commencé en Italie à ſe ſervir de cette machine, d'où elle a paſſé en d'autres endroits, s'il faut s'en rapporter à ce qu'on en dit.

La figure montre la machine, Planche XII. *A*, eſt un canal en bois qui n'eſt pas bien conſidérable, & qui amene l'eau où il convient; *B*, eſt la partie ſupérieure du thuyau perpendiculaire, qui s'appelle *trombe*. Ce ſyphon eſt percé en rond, & formé de deux pieces de bois jointes & rapprochées. Le diametre de la partie ſupérieure en *C*, eſt de 12 pouces, & de ſon inférieure en *E* de 10 pouces. La partie *C*, *C*, s'appelle *étranguillon*, parce qu'elle ſe rétrécit, & ſe termine en bas par un orifice de cinq pouces de diametre, ce qui ſe fait afin que l'eau ſoit mieux contenue dans la partie ſupérieure, & qu'elle tombe perpendiculairement ſur une pierre qui eſt deſſous : ſi la trombe a vingt-pieds de hauteur, l'étranguillon doit en avoir quatre, c'eſt-à-dire, qu'il doit faire le cinquieme du ſyphon.

Il y a deux trous *D*, *D*, *D*, *D*, au bas de l'étranguillon, un de chaque côté, & ſelon la longueur de la piece, afin que l'air puiſſe entrer & être attiré par ces ouvertures. A la diſtance de deux pouces, il y a encore deux trous pareils & pour le même objet. *E*, eſt le ſyphon ou tuyau fait de deux morceaux de bois rapprochés : quelquefois on le fait de fer blanc. Ce ſyphon entre d'un pied & demi dans un réceptacle qui eſt deſſous, & repréſenté par *F* : il a quatre pieds de hauteur, & autant de diametre. *G*, *G*, *G*, *G*, ſont deux pieces de bois poſées en croix, qui portent une pierre ronde qui a 11 pouces de diametre, ſur laquelle tombe l'eau du ſyphon : cette chûte augmente le reſſort de l'air. *H*, repréſente cette pierre, entre laquelle & le bas du réceptacle, il y a une ouverture de cinq ou ſix pouces. *I*, eſt un autre canal, par lequel l'air que l'eau a entraîné, va en ligne droite au foyer, ne trouvant point d'iſſue pour s'échapper autrement. Ce réceptacle s'appelle *caiſſon* ; il eſt de figure quarrée de 10 pouces : mais on peut lui donner telle longueur que l'on veut. On obſerve cependant de le tenir perpendiculairement, de crainte qu'il ne donne paſſage à l'eau. *K*, eſt le canal par lequel l'air eſt conduit au fourneau : il a cinq pouces de diametre ſur la longueur néceſſaire. *L*, eſt une valvule de cuir qu'on appelle *arrêt* ou *baſcule*, faite de bois, mais couverte de cuir; en l'abaiſſant on donne une iſſue à l'air, & on l'empêche d'entrer dans le fourneau : d'ailleurs, l'air par ſa force ferme très-exactement cette valvule. *M*, eſt un canal de fer bien joint à celui de bois, il eſt contre le fourneau, & entre dans le foyer *X*. *O*, eſt le fourneau : l'eau qui tombe ſur la pierre coule de tous côtés. *P*, eſt une ouverture quarrée au fond du réceptacle : cette ouverture a un pied de diametre. De-là, l'eau coule en *Q*, qui eſt un autre réceptacle que l'on appelle *caſſette*, faite avec des chevrons : elle eſt longue de trois pieds, & large d'un. Au milieu de ce réceptacle *Q*, eſt une valvule, nommée *palette*, qui, étant fermée empêche la ſortie du vent. Elle donne ſeulement iſſue à l'eau qui ne peut pas tenir dans le réſervoir, & qui eſt au-deſſus de la valvule : l'eau coule continuellement par-deſſus les parois du réceptacle.

Si le lieu permettoit d'établir un ſyphon de 30 ou 36 pieds de hauteur, il ne feroit pas néceſſaire d'en avoir pluſieurs. Mais ſi l'on n'a que 20 ou 24 pieds à donner, il en

(3) 525 ou 1050 pieds. — (4) Cette machine s'appelle *Trombe*.

faut

faut trois : car plus le syphon est haut, plus il fournit de vent. De cette maniere on a un vent très-fort, égal, & continuel ; mais on pense qu'il est trop humide & trop froid.

De quelques Fourneaux établis en France pour y couler des canons.

On prétend qu'il y a long-temps que le Duc de Nevers fit construire des Fourneaux pour fondre des canons, & que pour cet effet il tira des Ouvriers de Suede : mais que dans les commencements l'entreprise ne réussit pas ; que ce travail fut cependant suivi dans le Perigord, & qu'ayant fait venir des Ouvriers d'Angleterre, l'entreprise s'augmenta au point qu'il y eut douze fourneaux d'établis, même un plus grand nombre. Quelques-uns de ces fourneaux étoient doubles, c'est-à-dire, qu'il y avoit deux cheminées & deux foyers l'un contre l'autre, enclavés dans la même maçonnerie, séparés néanmoins par un massif, afin de pouvoir ramasser assez de métal pour couler les plus gros canons. Il y a encore aux environs d'Angoulême des fourneaux pour couler des canons que l'on envoye de-là à Rochefort. Il y a aussi quelques-uns de ces fourneaux dans la Bourgogne, & en quelques autres endroits.

Dans le commencement, on essaya des mines de différente qualité : mais à présent on emploie, à ce que je crois, la mine en roche, qui se casse aux environs de Nortrou, Essideuil, Mareuil, & la Chapelle-Poumier. Ces minieres ne sont pas éloignées les unes des autres : la mine n'est pas bien profonde ; mais ses veines sont couchées horisontalement çà & là dans les champs, & ne s'enfoncent gueres avant.

Ces fourneaux avoient 24 à 26 pieds de hauteur; ils étoient bâtis de roche pure. Les murs du foyer étoient faits avec de grandes pierres de meules, ou des pierres de grais. La cheminée ou cavité intérieure étoit de figure ronde. L'ouverture supérieure avoit deux aunes (5), & même étoit plus grande dans les fourneaux où l'on couloit de plus gros canons. La cavité devenoit plus ample vers le milieu du foyer, & de-là se rétrécissoit en descendant. Le foyer étoit long d'une aune $\frac{1}{2}$, une aune $\frac{2}{3}$ ou deux aunes (6) sur une aune de large. On se servoit anciennement de soufflets de cuir, qui étoient mûs par de petites roues à eau.

A chaque charge on mettoit deux ou trois mesures de mine, avec trois paniers de charbons de châtaigner. En 24 heures on faisoit 18 à 20 charges. Tous les deux ou trois jours on couloit le fer, mais plus ou moins, suivant la grosseur des canons. Quand on a éprouvé les canons faits avec de la mine de Mareuil, on a reconnu qu'ils étoient d'un fer très-cassant. Jusqu'ici la grande fluidité de cette mine a été cause qu'on l'a mêlée avec d'autres especes réfractaires, & qui ne fondent pas aisément.

Maniere de recuire le fer crud & de l'étendre sous le marteau en France.

M. de Reaumur dans son magnifique Traité de la conversion du fer forgé en acier, parle briévement de la maniere de faire recuire le fer crud dans les forges de France, par laquelle on peut voir que c'est la même méthode que celle que nous avons décrite au paragraphe septieme, & que nous avons appellée *à la Françoise* : voici ce qu'il en dit.

Veut-on faire du fer, & sur-tout du fer bien doux ? on prend par préférence des fontes blanches. Cette fonte a été moulée en forme de gueuze. Un des bouts de la gueuze est placé au-dessus de l'affinerie, qui est une espece de grand creuset formé par des plaques de fer, qui n'a que sept à huit pouces de profondeur. L'affinerie est remplie de charbons : il y en a même assez pour couvrir le bout de la gueuze. Deux soufflets entretiennent un feu assez violent qui amollit le bout de la gueuze, & la fait fondre. Elle laisse tomber des gouttes comme il en découleroit d'un bâton de cire d'Espagne posé au-dessus d'une bougie allumée. Un Ouvrier tient dans cette affinerie un long ringard, avec lequel il rassemble la matiere qui y tombe. Il la paîtrit en quelque maniere ; il la retourne, & en fait une masse de 80 ou 90 livres, qui est appellée dans les forges *une Loupe*. Cette matiere, soit avant qu'elle ait pris la forme de loupe, soit après, est environnée de charbons allumés. Le vent des soufflets fait de toute part circuler la flamme autour de la loupe. Il n'y a même aucune partie de la masse, contre laquelle elle ne soit dardée violemment : mais ce à quoi il y a sur-tout à faire attention ici, c'est la façon de paîtrir la fonte & la loupe avec le ringard. Au moyen de cette manœuvre, toutes les parites sont successivement exposées à l'action immédiate de la flamme. L'expérience a appris que mieux la loupe a été paîtrie, mieux & plus long-temps elle a été chauffée, plus le fer qu'on en tire est doux ; mais aussi moins on en a : on brûle plus les souffres ; on emporte mieux les sels ; mais en même temps on brûle plus de fer. Aussi plus on fait le fer doux avec des fontes médiocres, plus on trouve de déchet. On imagine bien que pendant que la loupe a été tenue dans l'affinerie, une partie de ce

(5) 3 pieds $\frac{1}{2}$. = (6) 2 pieds 7 pouces $\frac{1}{2}$, 3 pieds $\frac{1}{4}$.

qui lui restoit de matiere terreuse & vitrifiée, s'en est séparé; cette matiere est plus aisée à ramollir que le fer. Elle en est encore expulsée quand on porte la loupe sous le gros marteau qui pese un milier, & quelquefois jusqu'à quinze cents. On y forge cette loupe à diverses reprises, après lui avoir donné chaque fois une nouvelle chaude, comme on la donne à toute barre de fer que l'on doit forger.

D'un nouveau petit fourneau proche de Bayonne.

Au Septentrion de Bayonne, à un mille de la ville de Dax, contrée de Chalose, on fit au commencement de l'année 1723, pour fondre de la mine, un fourneau presque semblable à un foyer ordinaire de forge, ouvert par le devant, avec cette différence que le bas étoit rond. Il étoit aussi plus grand qu'un foyer ordinaire de forge, de façon qu'il pouvoit contenir 125 ou 150 livres de fer.

On emplit ce foyer de charbons, ensuite on met dessus de la mine qui se liquéfie, & gagne le fond en passant à travers les charbons. Pendant ce temps-là on ne cesse de remuer & de retourner le fer en fusion, qui est tombé dans le creuset, jusqu'à ce qu'il en soit presque rempli. Quand le fer est ramassé en une masse qu'on appelle *Loupe*, ou *Renard*, & en quelques endroits *Hournade*, on tire les scories, & ensuite on coupe la masse en cinq ou six morceaux, qu'on porte sous le marteau, chacun à leur tour.

La mine qu'on fond de cette maniere ne se trouve pas dans les montagnes en masse ou en pierre; mais elle se trouve dans une espece de terre rougeâtre, & peu à fond. Cette mine est pauvre; car 15 à 1800 de mine fournissent à peine une hournade, c'est-à-dire, 150 livres de fer.

§. IX.

Fourneaux des environs de Liége.

Aux environs de Liége, il y a des fourneaux & des forges, entre autres proche de Huy & de Namur. Il y en a aussi près de Limbourg, de Metz, de Luxembourg. Par le moyen des rivieres, le fer se transporte à Liége, & de-là à Amsterdam. Il y a quelques années que dans le pays de Liége il n'y avoit que huit fourneaux.

La mine avec laquelle on fait le fer, se ramasse en plusieurs endroits. Elle est ordinairement jaune ou rouge. On la tire dans les marais & dans la terre végétale, ce qui est cause que les morceaux sont enveloppés de beaucoup de terre. On la calcine d'abord seulement pendant 24 heures; après la calcination, elle reste de couleur rouge. Le fer qui en provient, est très-tenace & très-sonore quand on le frappe; ce qui fait qu'on le coule en lames minces, pour former différentes marchandises, comme des pots, des marmites, &c. Au reste le fer en barres n'en est pas d'une excellente qualité; il est très-cassant à froid.

On éleve le fourneau de 20 pieds au-dessus du foyer: la largeur est de cinq pieds, dans la plus grande étendue; la cavité du ventre est de 6 ou 7 pieds, & de forme quarrée. On choisit pour le bâtir la meilleure pierre, connue pour bien résister au feu. Par ce moyen on peut le faire travailler sans relâche pendant un an entier. Toutes les deux heures, on renouvelle la charge qui est de 20 ou 22 paniers de mine, & on coule deux fois par jour, c'est-à-dire, au bout de 12 heures; & à chaque coulée on a 1700 de fer, ou 3 poids de marine & un tiers, ce qui en fait près de sept en 24 heures. L'été on travaille en marchandises, & l'hyver on coule des gueuzes, qu'on fond ensuite dans des foyers de forge, pour en faire du fer en barres. Chaque jour on consomme douze charretées de mine; ci-devant on se servoit de soufflets de cuir qui avoient six ou sept aunes de longueur (1).

Lorsque le fer est mis en barres, cent livres de fer crud rendent quatre-vingt-six livres de fer battu. La perte ou le déchet n'est que de 14 par cent.

§. X.

Maniere de traiter la Mine de fer en Italie, de la calciner, & de la fondre à Bresse.

La ville de Bresse, où il y a des fourneaux à fondre la mine du fer, est sous la domination de la République de Venise. Il y a plusieurs puits à mine qui ne sont pas profonds; ils ne sont gueres qu'à 20 ou 24 aunes de profondeur (2). Cette mine paroît n'être pas sulphureuse; ce qui est cause que le fer qui en provient, est cassant à froid. On sépare les veines de bonne qualité. Les couches de mine n'ont pas de largeur. Celle de *Rozza Eselvaggia* donne du fer cassant.

La mine d'une bonne qualité, & qui n'est pas sulphureuse, que l'on distingue même à l'odorat, est mise dans le fourneau, sans être calcinée: mais celle qui est sulphureuse, est grillée préalablement. On chasse à l'aide d'un feu doux, les parties les plus grossieres, & on dénoue en quelque façon la pierre, en

(1) 10 pieds $\frac{1}{2}$, ou 12 pieds $\frac{1}{4}$. — (2) 35 ou 42 pieds.

lui faisant perdre son *gluten*. On met d'abord à part la mine qu'on veut griller ; on la range par couches sur des charbons, mettant un lit de charbon & un lit de mine, & ainsi de suite. La derniere couche doit être de menue mine de deux pieds d'épaisseur. Après cela, on met le feu à la pyramide, & on laisse bruler le tout jusqu'à ce que le feu s'éteigne, & que le bucher se refroidisse de lui-même.

Pendant ce temps-là on prépare un fourneau, en Italien *Cannechio*, d'environ 24 pieds de hauteur. On le bâtit de pierre de roche feuilletée, qu'on affermit à merveille au moyen d'un mortier fait de craie, de sable & de poudre de charbon. L'ouverture supérieure est de trois pieds, de figure quarrée : vers le bas, cette ouverture se rétrécit de façon que son diametre n'est plus enfin que de trois quarts d'aune (4). Sous le fond, on fait une fosse à l'ordinaire ; on place un syphon d'évaporation à un des côtés du fourneau. Sur la pierre fondamentale, on met une couche du mortier ci-dessus, épaisse de près d'une palme.

L'ouverture par laquelle on coule le fer, est garnie de pierres qui résistent bien au feu, liées avec le mortier en question. Hors du foyer, on prépare avec des poussieres de charbon, une aire unie, sur laquelle le fer liquide doit couler. La thuyere occupe un des côtés. On se sert de soufflets de cuir, & dans quelques endroits d'une trombe. Le canal qui porte le vent, n'est pas arrêté à demeure : il est mobile, & peut se placer & se déplacer à volonté.

On met la mine calcinée sur des lames de pierre feuilletée de douze pieds de long & six de large. On lave là cette mine avec de l'eau qui y est amenée par un petit canal. Cette eau détache les impuretés & les parties terrestres. On remue la mine jusqu'à ce que l'eau en sorte limpide ; ensuite on la laisse sécher dans un endroit incliné, jusqu'à ce qu'elle n'ait plus d'humidité : après quoi on la porte au fourneau pour la fondre.

On emplit d'abord le fourneau de charbon auquel on met le feu par la thuyere, en y passant des charbons allumés, & en soufflant un peu jusqu'à ce que le tout soit bien enflammé. Quand ces charbons sont brûlés jusqu'au fond, on en remplit de nouveau le fourneau : alors on fait marcher les soufflets pour donner le vent, & en même temps on met une mesure, appellée *zerletto*, de mine qui pese environ 50 livres, & par dessus, vingt-cinq livres d'un certain sable jaune, qui sert de menstrue & de fondant. C'est avec le secours de ce sable, que tous les Ouvriers font leurs soudures. Dessus ce panier de mine, couvert de sable, on met du charbon, ensuite de la mine & puis du sable autant que le fourneau en peut contenir, & l'on continue ainsi pendant sept jours.

Quand le Fondeur, *il Funditore*, voit, en regardant par la thuyere, que la mine est bien liquéfiée, & couverte par-tout de scories ; à l'aide d'un ringard pointu, il ouvre la partie antérieure du foyer, qu'on appelle *l'œil*, & le fer coule avec les scories. Ensuite on bouche cette ouverture avec un mélange de craie & d'argile. Si le fer est pur, liquide, & bien écumé, on en fait des munitions de guerre, comme des bombes & des boulets : sinon on le coule en masses pour en faire du fer. Si on le destine à ce dernier usage, on le casse avec un marteau avant qu'il soit refroidi, pour avoir des morceaux d'un petit volume. Si on a de la mine & du charbon, on continue ce travail jusqu'à la fin de la semaine. S'il se trouve une fête, on arrête & on emplit le fourneau de charbons qu'on allume le Lundi ou le lendemain de la fête. D'ailleurs ce travail ne se fait gueres de suite que pendant deux ou trois jours. Pendant une semaine on peut fondre 60 ou 70 quintaux de fer crud.

Maniere d'étendre à Bresse le fer crud sous le marteau.

Le foyer destiné à chauffer le fer qu'on doit faire battre par le marteau, est élevé d'une aune (4) avec une espece de fosse d'évaporation sous le fond. Sur cette fosse on met une pierre calcaire d'un demi-pied d'épaisseur, & sur cette pierre, de la poudre de charbon bien comprimée. Les côtés sont fermés par des pierres, excepté un endroit vers le mur de côté, où il y a un fer percé de plusieurs trous pour fournir, suivant les termes du pays, *la Lattarvola* (5). On lutte bien le tout d'argile, & on met la thuyere au milieu du parois. Elle avance de quatre pouces dans le foyer au-delà du mur, & est éloignée du fond de six *unzers*. Ensuite on met sur le fond des poussieres mouillées de charbon, de l'épaisseur d'une palme ; on emplit après cela le creuset de charbon : enfin, on donne le vent.

Quand les premiers charbons sont consumés, on en met de nouveaux, & au-dessus des morceaux de fer, les uns après les autres, en les couvrant de charbon, sur lequel on met d'autres morceaux de fer, autant qu'il en faut pour remplir le foyer ; ce que l'on continue jusqu'à ce que les scories se séparent du fer. On les fait sortir par un des trous de la lame de fer, dont nous avons parlé. S'il en reste trop, on les fait sortir une seconde fois, & cette éjection se répete

(3) 15 pouces $\frac{1}{4}$. = (4) 1 pied $\frac{1}{4}$. = (5) L'écoulement des scories.

tant qu'il y a trop de ſcories, c'eſt-à-dire, juſqu'à ce que le fer en ſoit bien purgé. Après cela, l'Ouvrier principal prend un ringard pointu qui a dix pieds de long; il le chauffe dans le foyer juſqu'à ce qu'il jette des étincelles, & après qu'il eſt ainſi chauffé, il l'enfonce dans la maſſe de fer enflammée, & l'ayant ſoudée à ſon ringard, il la tire du foyer & la porte ſous le marteau. Pendant ce temps un valet nettoie le foyer, le laiſſe refroidir, & le diſpoſe à un nouveau travail.

De quelques autres foyers d'Italie.

Le fer qui ſe conſomme dans la Romagne, vient d'Ancône. Il y a là & ailleurs des fourneaux, mais plus petits. La mine y eſt portée de l'iſle d'Elve, qui eſt ſous la domination du Pape & du Duc de Florence. Les uns la fondent dans des fourneaux, les autres dans des foyers de forge. Les fourneaux ſont établis aux environs de *Concka*, à 40 milles de Rome, proche de *Nottona*, *Ciſterna*, *Montevana*, *Canizio*, & ailleurs ſur le territoire de Naples. On travaille dans ces fourneaux pendant deux ou trois mois de ſuite, ſur-tout dans le voiſinage de *Piombino*, & de *Cervetto*. Comme la maniere de fondre la mine eſt la même que celle que nous avons indiquée dans ce paragraphe, nous y renvoyons.

On a établi autour de Rome des foyers qu'on appelle *Ferrarier*. Il y en a un tout proche de la porte S. Jean, compoſé de deux feux, dans l'un deſquels on fond les vieilles ferrailles que l'on achete çà & là, avec les reſtes ou petits régules qui ſe trouvent dans les petites boutiques. On y joint ſeulement une partie de fer crud; qui s'appelle *Vena di ferro*, & qui vient de Piombino. On chauffe le fer dans l'autre foyer; & quand il eſt chaud, on l'applanit d'abord ſous le gros marteau, enſuite on le bat avec des marteaux à main. On ſe procure du vent par le moyen d'une trombe.

Le premier foyer s'emplit de charbons, ſur leſquels on jette une partie de vieux fers mis en morceaux, & des régules dont nous avons parlé, qu'on couvre d'autres charbons avec du fer crud. On donne alors le vent, & le fer commence à ſe liquéfier, & dans l'eſpace de deux heures à former une maſſe. Pendant que le fer eſt encore tenace & peu liquide, on y fait entrer un ringard pointu, au moyen duquel on tire la maſſe, qu'on porte ſous le marteau: enſuite on bat le fer, qu'on allonge en barre de la longueur de quatre aunes (6), ſur l'épaiſſeur de deux pouces.

Pendant l'eſpace d'une ſemaine, on peut fondre trois miliers de fer: & chaque jour quatre ou ſix quintaux: on emploie des charbons de châtaigner & de hêtre, & il en faut 20 ſacs pour un millier de fer.

De quelques autres Forges.

Lorsqu'on va de Rome à Florence, on trouve ſur le chemin des forges très-renommées. On y porte le fer crud de Piombino, & l'on y donne le vent par des trombes. Dans le cas où l'on a beſoin d'un plus grand vent, on en a deux pour le même foyer: d'ailleurs, on peut l'augmenter ou le diminuer, en ouvrant ou fermant plus ou moins les ouvertures qui le conduiſent.

La mine eſt de qualité à être miſe au fourneau, ſans être calcinée: on la pulvériſe ſeulement avec des marteaux. D'abord qu'elle eſt deſcendue dans le foyer, elle fond. Toutes les quatre heures, on a une maſſe de fer qui s'appelle *il mazaro*, & qui peſe 150 livres. En 24 heures, on a 4 ou 6 *mazari*, ou bien 6 *cantari*; & dans l'eſpace d'une ſemaine, on peut fondre & battre ſous le marteau 36 à 40 quintaux. On mélange ſouvent la mine avec de vieux fers, comme des bombes & autres ferrailles; ſi l'on n'a pas de vieux fers, on y joint des morceaux de fer crud, afin que la mine ſe liquéfie mieux, & pour que les ſcories & autres impuretés ſe ſéparent mieux du fer. A chaque fourneau, il y a quatre Ouvriers. Pour un cent de fer, il faut 2 à 300 de mine. Voyez à ce ſujet les Planches XIII & XIV.

§. XI.

De la Mine de Fer & des Forges aux environs de Leſſo *&* de Palagio, *pas loin de S. Sébaſtien.*

A deux ou trois milles de S. Sébaſtien, aux environs de *Leſſo* & de *Palagio*, il y a le long des fleuves des forges qu'en Suede on appelle *réimwerck*. Les minieres en ſont éloignées d'environ un mille ou un mille & demi. On ne cherche pas la mine plus avant que de 40 ou 50 aunes: après cela on l'abandonne. Dans les couches de la mine, on a trouvé des morceaux gros comme la tête placés dans l'argile. A l'extérieur, ces morceaux ſont de couleur brune; mais caſſés, ils ont un noyau de couleur noirâtre. A côté de cette couche, il y avoit une argile dure mêlée avec du ſable. Dans cet endroit, la montagne n'étoit pas appuyée ſur des matieres tendres: auſſi falloit-il caſſer & détacher la mine à force de coins.

Chaque forge a deux foyers. Dans quelques endroits, la mine ſe calcine pendant

(6) Sept pieds.

2 ou

2 ou 3 jours & autant de nuit, avant que de la faire fondre. Dans d'autres, il n'eſt pas néceſſaire de la calciner, ſur-tout quand elle n'a pas de ſoufres ſuperflus. La mine diviſée avec un marteau ſe met dans un foyer, mêlée avec de menus charbons, & on la fond au vent. La maſſe de fer crud préparée dans ce foyer, eſt portée à l'autre foyer pour la fondre une ſeconde fois, & l'étendre enſuite ſous le marteau. On peut dans une ſemaine fondre & battre 40 à 50. quintaux de fer : la mine rend $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, quelquefois plus.

Le tronc qui reçoit l'enclume, eſt proche de la cheminée; il eſt fort peu élevé, afin que l'Ouvrier ait moins de peine à y porter une maſſe peſante, & qu'au ſortir du foyer il puiſſe commodément la placer ſur l'enclume : il y a de petites roues à eau, avec des ſoufflets de cuir, & on brûle des charbons de hêtre & de châtaigner.

Aux forges qui ſont plus près de la mer, on apporte la mine de la Biſcaye : on la tire proche de Bilbao, & on la tranſporte par eau à S. Sébaſtien. Elle eſt plus riche que celle que l'on tire dans le Guipuſcoa. Il y a auſſi des forges dans les Provinces de Guipuſcoa, la Navarre & la Biſcaye; mais les fourneaux & les forges en ſont bâtis comme nous l'avons déja détaillé.

§. XII.

De la maniere de fondre la mine & de recuire le fer crud en Angleterre.

La mine de fer dont on ſe ſert en Angleterre, s'exploite ordinairement par le ſecours de pluſieurs puits & galeriés, qui vont ſouvent à une très-grande profondeur. Quelquefois néanmoins on trouve la mine à 10 ou 20 pieds, après avoir percé une couche de ſable & une d'argile : mais ſous l'argile rouge, graſſe & propre à féconder les terres, la mine ſe trouve plus à fond. Dans bien des endroits, on trouve tout contre la mine un banc de roche qui la couvre. On mêle de cette roche avec la mine, pour lui ſervir de menſtrue ou de fondant, au lieu de pierre calcaire, dans la proportion de $\frac{1}{14}$ de cette roche, avec $\frac{1}{4}$ de pierre calcaire. A la calcination, cette eſpece de mine prend une couleur pourpre : on s'en ſert ordinairement, au lieu d'émeril, pour polir le verre.

En quelques endroits de l'Angleterre, la mine ſe trouve ſouvent dans les lieux marécageux, même par couches de l'épaiſſeur d'un pied & plus : cette eſpece eſt très-riche. Quand il faut la fondre, on la mêle avec une autre eſpece plus dure, de crainte que celle-là n'obſtrue la cheminée, & ne la bouche en quelque façon. Cette mine, au ſortir de la miniere, eſt d'abord d'une couleur jaune, graſſe au toucher : mais expoſée à l'air pendant un temps, elle ſéche, & tombe en pouſſiere de couleur noire.

On détache auſſi la mine des montagnes, c'eſt-à-dire; d'une roche très-dure : mais cette ſeconde eſpece eſt ſouvent pauvre; ce qui fait qu'on la mêle avec la premiere. Il y a encore une troiſieme eſpece de couleur griſe, qui ſe montre ordinairement à la ſuperficie des montagnes, de la largeur ſouvent d'une demi-aune (1), quelquefois moins. Cette eſpece, que l'on appelle *pin-mine*, n'eſt pas dure; elle reſſemble à de la craie ou à de l'argile durcie, ce qui fait qu'on peut la tirer en morceaux plus ou moins gros : quand on caſſe ces morceaux, on voit qu'ils recelent intérieurement une eſpece de noyau minéral.

On tire auſſi de la mine de couleur bleue, ſur-tout à *Deau-Forêt*. Elle eſt très-peſante, & a de petites lames blanches & brillantes, ce qui rend caſſant le fer qui en provient : à moins qu'on ne la mêle avec de vieilles ſcories, ou des cendres de charbon foſſile.

On trouve enfin de la mine de fer, mêlée avec des pierres de différentes eſpeces. Il y en a qui, comme la mine de cuivre, eſt rangée entre des feuilles d'ardoiſes, & dans le charbon foſſile, ſur-tout à *Staffordshire* : elle prend ſon nom de ces couleurs.

Des Fourneaux du fuſion d'Angleterre.

Les fourneaux & les forges ſont très-floriſſans en Angleterre, & l'on dit que depuis quelques années leur nombre y eſt fort augmenté, ainſi que le travail perfectionné. Il y en a pluſieurs dans la province de *Lancashire*, de *Lichtonbeck*, de *Cunſcy* & de *Backbarrow*. Les minieres ſont à *Henningwoode* & à *Adgarley*, aux environs de la ville d'*Uverſon*. Au ſortir de la miniere, la mine eſt graſſe, pâteuſe, de couleur rouge. Celle qui ſe tire dans le voiſinage de *Whitehavers*, eſt la plus riche; car de trente-ſept poids & demi de marine de Suede en mine, on tire vingt-deux poids & demi de marine en fer, de façon que la proportion de cette mine au fer crud, eſt de 100 à 60 : & pour que la mine fonde mieux, on y mêle d'anciennes ſcories, c'eſt-à-dire, celles qui ſont depuis long-temps ſorties du fourneau, & qui contiennent du fer.

Dans la Province de *Lancashire*, on a bien l'uſage des charbons de bois pour fondre la mine : mais à leur défaut, on a recours à la terre combuſtible ou à la terre graſſe. On a reconnu que le charbon foſſile donne au fer des ſoufres, & le rend difficile à trai-

(1) Dix pouces $\frac{1}{2}$.

ter; il casse à chaud, & on n'en peut pas faire une barre, qui n'ait par-tout des fentes & des gersures : ce qui est cause qu'il ne sçauroit être d'un grand usage, à moins qu'on ne le mêle avec du fer de meilleure qualité.

C'est aux environs de *Starbridge*, que fleurit principalement l'art de fondre la mine. Les fourneaux y sont très-hauts : ils ont depuis le fond jusqu'au-dessus 26 pieds de Suede. On ne les fait pas cependant comme en Suede. L'extérieur & l'intérieur sont construits différemment des autres endroits. En dehors, ils sont de figure quarrée : chaque côté a 12 aunes de long (1). Les murs de l'intérieur sont élevés parallelement jusqu'au tiers de leur hauteur, où commence l'obliquité ; de-là, ils vont en rétrécissant jusqu'au-dessus, qui finit par une ouverture quarrée de 20 à 22 pouces.

Le foyer est de figure oblongue: il a 2 pieds 4 pouces de la partie antérieure au parois opposé, sur 18 pouces de largeur. Il y a 5 pieds de hauteur jusqu'à l'endroit où les parois vont en s'inclinant : tout cet espace fait le foyer.

L'intérieur est bâti de briques ou de pierres qui résistent bien au feu : le dehors est de pierres ordinaires. Le foyer est fait de quatre grosses pierres dures, dont chacune pese aux environs d'une tonne ou une tonne & demie : la plus grande des pierres sert de fond ; les trois autres font les parois. On en met une cinquieme sur l'ouverture de la coulée : il arrive souvent que le feu ronge les pierres, de façon que le foyer qui n'avoit que 17 pouces de largeur se trouve avoir 3 pieds.

L'orifice du vent est aussi de pierre. On garnit le dessous d'une feuille de fer sur laquelle posent les buzes des soufflets qui sont de bois, quoiqu'en quelques endroits il y en ait encore de cuir. Ces derniers ont 18 pieds de longueur, & 4 pieds 2 pouces de largeur : les buzes ont 16 pouces de longueur. Ceux de bois sont faits de planches de chêne, épaisses de 5 pouces dans leur plus grande largeur, & de six pouces & demi dans les autres endroits. La tête des soufflets, c'est-à-dire, l'endroit où ils ont moins de largeur, & où se place la cheville ouvriere, a 7 pouces de profondeur, & 8 de largeur. La longueur est de 18 pieds, leur largeur de 4, & quelquefois plus. Les soupapes ont 17 pouces de long & 16 de large. Les buzes ont 4 pieds ½ de longueur. Elles excedent les soufflets de 3 pieds 3 pouces. Ces soufflets sont garnis d'étain dans l'étendue de 7 pieds depuis les buzes : on croit que cela fait couler le vent plus rapidement, & que cela les empêcheroit de brûler, quand même il y entreroit du feu en inspirant.

La roue à eau est de 22 pieds. La profondeur des aîles de 23 pouces ; avec 6 pouces de distance de l'une à l'autre : l'arbre a 2 pieds 9 pouces de diametre, & 24 pieds de longueur.

Il n'y a point d'endroit préparé, & entouré de mur, pour faire la calcination des mines : cette opération se fait à l'air. On fait sur le sol une espece de couche de charbon ; on prend pour cela les plus petits, ceux qui ne conviennent pas au fourneau, ou ceux qui se tirent du fourneau, quand la liquation est finie. On met la mine sur cette couche, ensuite du charbon, & puis de la mine ; on continue ainsi jusqu'à la hauteur que l'on veut ; après quoi le feu étant mis aux charbons qui sont dessous, il s'étend par-tout & brûle pendant une semaine, quelquefois même plus long-temps : il faut cependant prendre garde que le feu ne soit trop fort, de crainte que la mine la plus exposée à son action ne se liquéfie.

On mêle différentes especes de mine, telles que celles nommées *ironstone* & *iron-ore* : ce qui est cause qu'il faut que ce mélange soit fait dans une certaine proportion avant que de les griller. Il y en a de deux especes : l'une *ironstone* se tire d'une terre molle & argileuse, & se trouve en morceaux près de la superficie de la terre : elle est très-seche & pauvre. L'autre espece *iron-ore* est plus riche : deux de ses parties en donnent une de fer. Cette seconde espece se subdivise encore en deux autres : l'une est chargée de soufres, l'autre n'en a point.

A ce travail, on emploie de moyens charbons de chêne : on conserve les gros pour la forge. Pour fondre un poids de marine, on dit qu'on ne brûle qu'une demi-leste ou six à sept tonnes de charbon. A *Lancashire*, on mêle de la terre combustible au charbon de bois : mais cela donne du soufre au fer, & le rend cassant à chaud. Cependant dans quelques endroits, on emploie des charbons fossiles : alors on se sert de ceux qui ont été préalablement calcinés & mis en cendres. On assure qu'on a l'expérience qu'avec ces charbons, on obtient moins de fer qu'avec des charbons de bois ; car avec le seul charbon de bois, il m'a été rapporté que dans l'espace d'une semaine, on avoit fondu 15 à 16 tons de fer ; au lieu qu'en les mêlant avec des charbons fossiles, on n'en a eu que 5 à 6, sans ajouter que cela rend le fer cassant à chaud, l'avilit, lui donne une qualité détestable, & le met hors d'état de rendre beaucoup de service.

On emplit d'abord le fourneau de charbon : lorsqu'il est baissé de cinq pieds, on en remet trois paniers que l'on couvre de dix paniers de mine. Quand le tout est encore

(1) 21 pieds.

diminué de cinq pieds ; on renouvelle la même charge, & ainsi de suite. Il y a des endroits où l'on met vingt paniers de mine, dix-huit de celle qu'on nomme *ironstone*, & deux de poudre minérale, menue comme du sable, qui se trouve après la calcination : en douze heures, on fait six charges, & en vingt-quatre heures, on coule deux fois. A chaque coulée on a quelquefois, mais pas toujours, sept poids & demi de marine en fer, que l'on divise ordinairement en vingt-trois masses. Les scories sont en partie vertes & vitrifiées, & se portent de-là dans les fours de verrerie. Le verre que l'on en fabrique est fragile : pour que cela n'arrive pas, il faut choisir les scories qui sont privées de fer.

A chaque charge, on met quatre ou cinq paniers de charbon avec la mine dessus. On continue toujours dans le même ordre, avec attention de mêler à la mine $\frac{1}{8}$ ou $\frac{1}{4}$ de cette pierre ou ce sable qui se ramasse, comme nous avons dit, autour des fourneaux de calcination : mais il faut prendre garde de n'en pas mettre une trop grande quantité.

Si les fourneaux sont grands, on coule le fer par l'ouverture ordinaire dans des moules ou des lits qui lui sont préparés. Si au contraire les fourneaux sont petits, on ramasse le fer en fusion dans un réceptacle, & delà on le coule dans des moules préparés. On coule deux fois en 24 heures, & à chaque coulée on obtient 12 à 1300 de fonte, ou quatre poids de marine. Lorsqu'on veut couler de gros canons, on retient pendant deux jours le fer en fusion dans le foyer, au reste plus ou moins selon la qualité de la mine, & la capacité du fourneau.

Pour ce qui regarde la construction de ces fourneaux, on peut la voir à la Planche quinzieme. On y a représenté celui de Glocester en Sussex, qui est le plus haut & le plus célèbre d'Angleterre. Sa hauteur est de 28 pieds, pendant qu'ailleurs ils n'en ont que 24. *A*, montre la partie supérieure du fourneau, par laquelle se font les charges. En cet endroit, il est large de 22 pouces en quarré. Dans les autres endroits, cette ouverture n'a pas tant de largeur : le dehors est de 4 ou 5 pieds, & de forme quarrée.

B, *B*, sont les parois du fourneau qui ont 28 pieds de hauteur. A l'endroit de *C*, *C*, la hauteur est de 20 pieds : elle n'est que de 15 ou 16, lorsque les fourneaux n'ont que 20 ou 24 pieds d'élévation.

C, *C*, est la plus grande amplitude du fourneau, c'est-à-dire, à un pied ou 18 pouces au-dessus de *D*, *D*, l'amplitude intérieure est de 7 pieds $\frac{1}{2}$, & de l'autre côté de 8 pieds. D'autres lui donnent la figure quarrée de 8 pieds. En *D*, *D*, commencent les obliquités ou *boshes*, comme on les appelle, formées suivant le dessein. On le pratique ainsi pour empêcher que la mine & les charbons ne tombent tout de suite dans le foyer, ce qui pourroit nuire à l'œuvre de la fusion. Ces obliquités sont très-amples vers le dessus : proche le foyer, elles n'ont plus qu'un demi-pied.

E, *E*, sont les obliquités qui sont de 18 pouces. Si on leur ajoute la hauteur du foyer, qui est encore de 18 pouces, on aura 3 pieds pour la hauteur de ces parois de *Z* jusqu'en *G*, où commence le dessus du foyer. La hauteur depuis *D*, *D*, jusqu'à *K*, *K*, est de 7 pieds. On suit ces mesures, si le fourneau a 24 ou 25 pieds de hauteur : mais s'il est plus haut, les obliquités doivent aussi être plus hautes & plus longues, en raison donnée ou à proportion. *F*, *F*, *F*, est l'épaisseur de ces murs qui varie aussi, suivant la plus ou la moins grande étendue du foyer.

Après le fondage, on démolit ces parois : mais les pierres fondamentales durent longtemps avant que d'être déplacées.

G, est le foyer qui est long de 5 pieds de l'ouverture antérieure au côté opposé, large de 26 pouces & haut de 18, à laquelle hauteur monte le fer en fusion, c'est-à-dire, jusqu'à l'orifice de la thuyere. On ne donne cette grandeur au foyer, que quand on a de gros canons à fondre : si ce n'est que pour des marchandises, comme marmites, &c. le foyer aura seulement 4 pieds de long sur 18 pouces de large, & 10 à 12 de hauteur.

H, est l'ouverture du devant, par laquelle on coule le fer. *I*, est l'orifice de la thuyere, qui est plus proche du parois opposé au devant : elle n'est éloignée de ce parois, que de 8 pouces. On la dispose ainsi, pour que quand le foyer est plein, le vent puisse aller au côté opposé. On observe ici, que la mine ne se liquéfie que quand elle est parvenue à l'ouverture de la thuyere. *K*, est le fond du foyer. Nous devons cette description à l'illustre Commissaire Suédois, M. Kahlmeter.

Des Fourneaux pour couler des Canons en Angleterre.

Il y a plusieurs fourneaux pour couler des canons dans les Provinces de Kent & de Sussex, qui sont proches la mer, & où l'on a trouvé de la mine de la plus excellente qualité.

Les fourneaux sont construits comme ceux dont nous venons de parler. Dans quelques endroits, il y en a deux enclavés dans les mêmes murs ; aujourd'hui, un fourneau à fondre des canons n'a qu'une cheminée, une cavité, un foyer, & fait le même effet que deux, pourvû qu'il soit plus grand & plus ample que les ordinaires. Au reste, on y fait les charges, & la mine y est fondue comme dans les fourneaux communs, dont

nous venons de donner la description : en hiver on coule des canons, l'été du fer crud. Les fourneaux, dans le Comté de Suffex, sont un peu plus grands que ceux de la Province de Kent. Aux environs de *Tunbridge*, on dit qu'on peut fondre en 16 heures deux canons, qui peseront chacun 1500 *weight*. Selon la méthode ordinaire, les fosses & les moules se font d'argile, dans laquelle on mêle de la bourre & du fumier : on met les deux moules en terre, l'un contre l'autre, perpendiculairement.

Le Prince Robert a fait bien des expériences pour fondre la mine avec des charbons fossiles, sur-tout avec ceux qu'on appelle *pikkohl*. On dit même que l'épreuve a été continuée pendant quelques semaines, mais que le foyer s'est rempli de crasses, & d'une matiere ténace & bourbeuse : outre cela, ces charbons donnent trop de soufres au fer, ce qui le rend cassant à chaud.

Le même Prince Robert, habile en cette partie, ainsi que dans la Chymie, s'est occupé à faire des expériences sur le fer. Il a mêlé au fer en fusion des sels de différentes especes, & d'autres matieres. Son but étoit de préserver les canons de la rouille ; car elle ronge le canal intérieur & la lumiere, ce qui les rend inégaux & galleux. Je crois qu'il réussit jusqu'au point de les en préserver pendant neuf à dix ans : il essaya aussi de fondre des canons légers, & néanmoins en état de rendre le même service que les plus lourds.

La mine que l'on casse dans les Comtés de Kent & de Suffex, est plus douce que dans les autres Provinces de l'Angleterre. C'est à cause de cela qu'elle est en quelque façon réservée à fondre des canons, pour lesquels on cherche une mine très-fluide, & qui n'ait pas beaucoup de soufres, ce qui les rendroit pleins de pustules, d'inégalités & de fentes : il ne faut pas cependant que la mine en soit totalement privée ; l'action & la réaction des coups redoublés pourroit les faire éclater : on évite ces deux inconvénients, en se servant de mine qui participe aux deux qualités.

Des Forges d'Angleterre.

CES forges sont doubles ou simples : dans celles-là, il y a trois foyers & un marteau. Deux de ces foyers s'appellent *fineries*, & le troisieme *chaferie*. Les deux premiers sont de figure oblongue, bâtis avec des lames de fer, qui ont 2 pieds 3 pouces de longueur, sur environ 18 pouces de largeur. La lame qui sert de fond, a deux pouces d'épaisseur : elle est posée sur le fond, qui n'est autre chose qu'une couche de charbons pulvérisés. Sur le devant, où les Ouvriers travaillent, il y a une masse de fer de forme quarrée, égale à la largeur du foyer : au milieu de cette masse, il y a une ouverture pour la sortie des scories. Pour tenir le foyer dans ces limites, & pour que les parois en soient inébranlables, toutes ces pieces sont arrêtées avec des morceaux & appuis de fer. On dit que tous ces foyers ne sont pas également profonds, mais que cela varie suivant la qualité de la mine. A *Milliron*, la profondeur du foyer n'est, dit-on, que de neuf pouces. On dit aussi que les lames qui forment les côtés, sont enclavées dans le mur ; que celui de derriere est couvert d'une espece de lame de fer, sur laquelle on place les morceaux de fer crud qui doivent être fondus ; que quand les scories sont sorties, & que le fer est condensé & ténace, on le porte sous le marteau, sous lequel on lui donne une certaine longueur, laissant une partie brute à une des extrémités ; dans cet état, il s'appelle *anconies* ou *blooms* : on acheve ensuite de forger ces barres.

Le troisieme foyer est fait comme les deux premiers, avec cette différence qu'il est un peu plus grand & plus profond : il est long de trois pieds, large de deux, & profond d'un pied quatre pouces. Les soufflets de ce foyer sont plus longs, mais vont moins vîte que dans les autres. L'enclume & le marteau sont de fer fondu. Le poids du marteau est de 600 ou 660 : avec 8000 de fer crud, on obtient 6000 de fer forgé.

On met les masses de fer crud, qui s'appellent *Piggar*, dans le foyer à liquéfier ou *finery*. En une heure, on en fond la quantité qu'il faut pour faire un *Weight*, qui s'appelle une *Loop*. La masse enflammée est frappée par des marteaux à main, de crainte que le gros marteau ne la mît en pieces. On la porte ensuite sous le gros marteau, & on la fait battre en une masse de forme cubique, ayant ses côtés d'environ une demi-aune : après quoi on reporte au même foyer ce cube de fer, & pendant une heure on le tient dans une sueur chaude, ensuite on l'étend sous le marteau, à commencer par le milieu. On l'allonge de trois pieds, laissant les extrémités brutes, qui, chauffées dans l'autre foyer, se tirent entierement en barre.

On consomme trois *load* de charbon dans le foyer appellé *Finery* pour une *tonne* de fer, & un *load* dans le foyer qui s'appelle *Chafery*. Pendant une semaine on peut fondre & purifier deux *tonnes* : mais dans une *Chafery* on peut forger cinq à six *tonnes*.

Nouvelle tentative faite en Angleterre pour fondre la mine de fer dans des fours de réverbere, avec des charbons de pierre, ou des charbons fossiles.

ON dit qu'en 1729 on tenta en Angleterre, à trois milles de *Whithavers*, de fondre de la

de la mine de fer avec des charbons fossiles brûlés : le bruit en a couru même encore long-temps après. On dit que pour cette épreuve on fit venir de la mine du Duché de Cumberland ; que sous des pilons, ou marteaux de fer, on fit écraser la mine, & on la réduisit en menus morceaux comme du sable ; qu'on fit pulvériser les charbons sous une meule ; que pour cet effet on mit d'abord dans un four de réverbere, établi & voûté le mieux qu'il fut possible, huit mesures ou 172 livres de mine pulvérisée ; qu'elle fut grillée ou calcinée en 8 ou 10 minutes. On éprouva que des huit mesures, il en resta 6 $\frac{1}{2}$ ou 144 livres ; que l'on y ajouta & mêla une demi-mesure d'autre mine. Le tout ensemble pesoit 154 livres ; on le mit en poudre fine sous une meule. A cette poudre on ajouta $\frac{4}{5}$ d'une mesure, ou 35 livres de charbon fossile & une mesure de terre à Potier. On mêla & on paîtrit bien le tout au moyen de deux seaux d'eau. Enfin, cette pâte mise au four de réverbere, & ayant été étendue par-tout sur l'aire, on donna le vent en ouvrant les registres. On laissa la pâte pendant une heure quarante minutes, n'ayant ouvert la gueule du four qu'une fois. Pendant ce temps la mine fut liquéfiée par ce feu caché, & se rassembla en une masse grossiere. On la tira ensuite de ce goufre ; on la battit avec des marteaux de bois pour lui faire jetter ses scories & autres matieres superflues ; après quoi on la remit au même foyer pendant une demi-heure, afin qu'en l'exposant plusieurs fois à l'action du feu, les parties vicieuses fussent d'autant mieux brûlées, & qu'on pût, sous un marteau pesant trente-cinq livres, la battre & la mettre en barres.

On dit que le fer ainsi chauffé étoit mou, & que les coups du marteau y entroient profondément : on avoit brûlé pour cela 286 livres de charbon, ou 6 mesures $\frac{1}{2}$. Ce qu'il y a de certain jusqu'ici, c'est que la mine par un feu sec, tel que celui de réverbere peut fondre & être mise en fusion ; mais qu'elle ne peut être purgée de ses impuretés, ses vices, ses parties hétérogenes, que par un feu rempli de beaucoup de vent ; & que les parties vicieuses inhérentes au fer, loin d'être chassées par la cuisson avec des charbons fossiles, sont plutôt recuites avec le fer. Il résulte encore que les souffres dont les charbons fossiles sont imprégnés, vicient le fer, de façon que ce qu'il a de doux & de ductile par lui-même, devient dur & réfractaire ; ou bien que la meilleure partie du fer est changée en scories, sur-tout quand les charbons agissent sur la mine ; ou enfin que le fer se dissipe en fumée ; car la partie sulphureuse saisit par préférence le fer, & le fait évaporer ; ou elle détruit la partie nerveuse du fer, au point que, soit à chaud, soit à froid, il s'ouvre, se gerse & se fend de toutes parts. Loin donc que le fer soit rendu plus doux & plus traitable par ce feu soufré & piriteux, il n'en sort que plus aigre & plus intraitable. Ainsi nous laisserons aux Cyclopes, qui forgent le foudre sulphureux de Jupiter, préparer leur fer avec des charbons fossiles, faute de charbons de bois.

Maniere de torréfier en Angleterre les charbons fossiles, & de leur faire essuyer un feu de calcination qui les prive de leurs soufres superflus.

COMME les charbons fossiles abondent en soufres, ils ne sont pas propres à la liquation d'aucun métal, particulierement du fer : il faut les en purger, ce qu'on fait en les calcinant. Pour cela on éleve une espece de pyramide avec des charbons fossiles : on met les plus gros tant au bas qu'autour. On ménage dans le milieu une espece de vuide grand comme la forme d'un chapeau. Autour de ce vuide on arrange les charbons de la hauteur convenable. On emplit cette chambre ou ce vuide, de menus bois secs, qui s'enflamment aisément, & communiquent le feu. Comme on les allume par-dessus, le feu gagne petit à petit le fond & les côtés ; ce qui fait que le milieu est brûlé le premier, & que de-là le feu vient exercer son activité sur le contour. Si le feu est trop fort dans un endroit, & que les charbons semblent se perdre en étincelles, & se réduire en cendres, on couvre sur le champ cet endroit avec de la terre, ou quelque autre matiere en poussiere qui le ferme exactement. C'est ainsi qu'on rallentit le feu, & qu'on l'empêche de s'étendre, ni de travailler de toute sa force, & en pleine liberté sur toutes les parties du bucher, qu'alors il réduiroit en cendres & en terre inutile. Enfin la flamme éteinte, & le feu appaisé, les charbons paroissent également brûlés tout autour. Pour les éteindre plus surement on les couvre de poussieres, & on ferme au feu toute issue. Voilà comment on ôte les soufres du charbon fossile, & comment on le réduit en une matiere inflammable qui s'appelle *Cendres*. Quand le tas est entierement refroidi, on le découvre en ôtant la terre & les poussieres. On dit que ce charbon étant privé de ses soufres grossiers, (on l'appelle alors *Charcoal*), est propre à la liquation du cuivre & du fer ; mais le fer qui est fait avec, n'est propre à aucun usage.

§. XIII.

De la maniere de fondre la mine de fer & de recuire le fer crud dans le Maryland & la Penſilvanie, ainſi que dans les Indes Occidentales.

Il y a dans les Indes Occidentales quelques fourneaux de fuſion, & quelques forges pour travailler le fer crud, qui n'y ſont pas établis depuis long-temps. Le principal ouvrage s'appelle *Principio* dans la partie ſupérieure de la province de Maryland, ſur les bords du fleuve Principio, qui lui a donné ſon nom. On dit que l'eau de ce fleuve tombe de 25 pieds de hauteur. Pour avoir du fer, on ſe ſert de galeres, ou petits vaiſſeaux qui apportent la mine, qui ſe tire à 50 milles de-là. On ajoute que cette mine eſt de couleur blanche ou griſe, ſemblable à la terre de Potier de Hollande, ayant la moitié de ſon poids de fer.

Il y a environ neuf ans, que le Gouverneur de la province *Sir Wiliam Keith*, établit une manufacture de fer proche le fleuve Chriſtine. Elle fournit pendant deux ans une quantité aſſez conſidérable de fer : mais la troiſiéme année, la mine ayant manqué, on fut obligé de l'abandonner. On dit que la mine de cette contrée eſt fort riche, mais trop ſéche, & privée d'un fondant calcaire, ſans lequel on ne peut réduire le fer. A un mille de-là, on a auſſi bâti un fourneau : mais faute de fondant calcaire, & au lieu d'employer le fourneau de fuſion, on ſe ſert de foyers de forge, ſemblables à ceux dans leſquels on recuit le fer crud.

Il y a un ſemblable petit ouvrage proche le temple de Saint James, ſur le fleuve *Huitleer*, qui appartient à Jean *Ball*. On fond de même la mine, & on affine le fer dans une cheminée de forge. Il n'y a qu'un feu. On trouve un plus grand établiſſement ſur le fleuve *Skullkill*, fait par Samuel Nuts, avec un fourneau & pluſieurs foyers de forge. A ſix milles plus loin, ſur le bord du même fleuve, il y a un pareil établiſſement, appartenant à Rutter. Il y en a deux autres ſur le fleuve *Delavare*, d'où l'on dit que l'on tire beaucoup de fer crud, ainſi que du fourneau dont nous avons parlé, & que l'on appelle *Principio*, pour être tranſporté en Angleterre. Il y en a encote pluſieurs autres où l'on fond la mine, comme dans les fourneaux ordinaires. Il y en a cinq ſur le fleuve *Delavare*, qu'on appelle *Blommeries* : on en compte encore quatre ; il y en a même beaucoup d'autres que je ne connois pas.

Maniere de fondre la mine crue.

On fait d'abord une couche de bois où l'on mêle du charbon. On accumule deſſus un monceau de mine, qui au moyen d'un grand feu, eſt ſuffiſamment brulée, & diſpoſée à la fuſion. La mine, ainſi calcinée ſe caſſe en morceaux, gros comme des œufs, & on la porte avec des paniers au-deſſus du fourneau. La meſure connue dans le pays s'appelle *Peck*. On met deux *Pecks*, ou dix-huit paniers de mine, & ſur la mine 24 *Bushils*, nom de la meſure du charbon. Environ toutes les deux heures, & ſuivant que le demande le fourneau, on recommence de la même maniere ; on y ajoute de la pierre calcaire, ou à défaut, des coquilles d'huîtres, & autres. Par 24 heures on coule trois fois, & à chaque fois on tire 1500 de fonte, ou 45 quintaux par 24 heures. Le fer ſe moule dans du ſable en petites maſſes, qu'on appelle *Pigs*, ou en marchandiſes, comme pots, marmittes, &c. On le puiſe avec une poche dans le fourneau, quand on veut couler des uſtenſiles. Les fourneaux ont 25 pieds de hauteur. Les ſoufflets ſont très-longs, & larges de cinq pieds. L'ouverture par laquelle on fait les charges, eſt de figure oblongue, environ de quatre pieds de longueur.

De la recuiſſion du fer crud.

La recuiſſon du fer crud ſe fait dans des foyers de forge. En 24 heures on peut recuire & affiner ſept poids & demi de marine de Suede, ou 2000 de ces petits poids qu'on appelle *wigths*, équivalents à un *ton* qui vaut 35 *pounds ſterling*, ſuivant la maniere de compter ordinaire dans ces pays. Mais un *ton* de fer crud, en Angleterre, ne vaut qu'environ 9 ou 10 *pounds ſterling.*

De la liquation immédiate de la mine dans leurs foyers de forge qui s'appellent Blommeries.

Quand on veut fondre la mine dans une cheminée de forge, on met à chaque fois dans le foyer trois pecks, ou un *bushil* de mine, préalablement calcinée & miſe en morceaux comme des noix ou des glands. On la fond, & on la réduit en une maſſe de 60 ou 70 *wights*, que l'on met enſuite en barres dans l'eſpace de 4 heures. Le poids du marteau eſt de 300 *wights*. On apporte à grands frais la mine de très-loin, ſans qu'il y ait de rivieres navigables. Il faut payer très-cherement ceux qui la tirent, ainſi que ceux qui préparent le charbon, le bois, ceux qui préſident aux foyers, ceux qui les ſervent, & ainſi de tous les autres Ouvriers.

§. XIV.

Des Fourneaux & des Forges de Ruſſie & de Sibérie.

Il eſt connu que ce n'eſt que depuis quel-

ques années qu'on a commencé à établir des fourneaux & des forges en Russie & en Sibérie. Aujourd'hui le nombre en est augmenté au point que non-seulement le Royaume en est fourni, mais encore qu'on en transporte quelques parties chez l'Etranger. Cependant les provinces où sont actuellement ces établissemens, & dans lesquelles on tire la mine, sont très-éloignées de la mer, ce qui occasionne beaucoup de dépense pour transporter le fer jusqu'à un port de mer.

Il y a déja plusieurs provinces qui abondent en fer & en mine, & dans lesquelles on travaille bien ces métaux. Il seroit trop long de faire l'énumération de toutes les minieres & les manufactures. J'ai préféré de dresser une carte géographique, qui comprend les provinces où ces métaux abondent, & j'ai marqué les lieux avec des signes particuliers, qui désignent les fourneaux & les forges. Elle commence à sept ou huit jours de chemin de *Tobolskoi*, tournant à l'occident vers la manufacture de fer de *Kaminienska* jusqu'à la ville de *Kungur*, proche le fleuve *Kama*. Ensuite elle continue au nord vers la province appellée *Wergaturie*, qui est sous la jurisdiction d'un Vaivode particulier. Au levant, elle va jusqu'au pays des Bascirs. Les habitans des environs de la ville de *Kungur* prétendent être en possession, depuis très-long-temps, de l'art de fondre le fer, & qu'ils l'exerçoient avec une certaine matiere terrestre, de couleur brune & rougeâtre, qui donnoit un fer de mauvaise qualité.

Il y a un établissement célèbre fait par Dimidoff : il y a plusieurs fourneaux & plusieurs forges dans une grande étendue de pays, quoique ces atteliers ne soient pas fort éloignés les uns des autres. Le plus fameux établissement pour le travail du fer en Russie se nomme *Sekoffka*. Dans les commencements il consistoit en un fourneau & trois forges. C'est-là que Dimidoff exerça l'art qu'il connoissoit bien de faire du fer. Le Czar Pierre *Alexiowits* lui donna non-seulement ces forges, mais encore d'autres qui étoient vers *Koffka*, y ajoutant une étendue de terrein en quarré, contenant près de sept milles Suédois. Il ajouta à cette concession de grands priviléges. Les criminels pouvoient s'y réfugier, & y trouvoient un asyle assuré, ce qui étoit, en quelque façon, les condamner à passer leur vie au travail du fer. Ces établissements, & ceux qu'il pourroit former par la suite, lui furent donnés affranchis de tous droits, à condition néanmoins de rendre par chacun an à son Souverain 3000 *punds* de fer battu, chaque *pund* valant 30 *copecks*. On dit qu'il établit dix forges autour de *Sekoffka*, avec huit petits foyers pour fabriquer des ustensiles de ménage, lesquels foyers s'appellent en Suede, *Kniphambrar*, & quatre fourneaux à fondre la mine. Autour de *Beuge*, il y a une manufacture de fer dans laquelle on compte douze foyers de forge, & huit petits feux pour de menues marchandises. A *Siovoli*, il y a deux forges, & aux environs de *Togilla* deux fourneaux, huit foyers de forge, & quatre petits feux à ouvrages.

Dans les fourneaux de Dimidoff, on met tous les jours 240 *punds* de mine, & 50 mesures de charbon. Une mesure tient six tonnes de Suede. On coule deux fois le jour, & à chaque fois on a 80 ou 90 *punds* de fer, plus ou moins cependant suivant la qualité de la mine & le succès de la fusion : Quand le fer est recuit à la forge, & battu par le marteau, avec 100 livres de fer crud on n'a que 60 livres de fer forgé. Pour le pousser jusques-là, on consomme 200 tonnes de charbon. Si on travaille une année entiere dans une forge, on peut y fabriquer 5000 *punds*, chacun d'eux équivalant 36 ou 37 livres de Suede.

En Sibérie, la manufacture à fer, établie aux environs d'*Alapaika*, appartient au Czar. Il y a deux fourneaux. On tire la mine dans un héritage voisin, qui s'appelle *Lapaika*. On dit qu'en 1717 on trouva proche le fourneau, une miniere très-riche que l'on continue d'exploiter, de façon qu'aujourd'hui le fourneau, en 24 heures, produit 180 ou 200 *punds* de fer crud, pendant qu'auparavant il n'en rendoit que 100. On dit que dans les forges aux environs de *Capaika*, on fait tous les ans 11000 *punds* de fer, pendant qu'auparavant, cela n'alloit qu'à 5 ou 6000. On n'y travaille pas toute l'année.

Non loin d'*Alapaika*, aux environs de la ville de *Dolmaziowa*, sur le bord d'un ruisseau, on a bâti à *Solikamski*, une petite forge pour battre le fer en feuilles, desquelles on fait des chaudieres pour la cuisson ou l'évaporation du sel commun.

Aux environs d'*Octus*, il y a deux forges ou deux foyers, avec un fourneau double dans les mêmes murs, il y a deux cheminées : cet ouvrage est très-beau. On y peut forger tous les ans 10000 *punds* de fer : mais de 250 *punds* de fonte, on n'en retire que 101 de fer forgé. On raconte que cet établissement des environs d'*Octus* a été transporté sur les bords du fleuve *Iset*, & que toute cette manufacture s'appelle *Catharinaberg*. Le fer qui y est forgé, se transporte à la riviere de *Susawa*, & de-là sur le fleuve *Utka*. Mais avant que d'arriver à la riviere *Susawa*, il faut faire 40 ou 50 *wurst* ou milles par terre : c'est-là que se transporte tout le fer de cette contrée, d'où il est porté par eau à Pétersbourg.

Le fleuve *Utka* est assez grand : mais on

ne transporte le fer qu'au printemps; ce qui oblige à le garder d'une année à l'autre, parce que dans ce temps le fleuve grossit, & peut porter des vaisseaux qu'on nomme *columenckor*. Pendant l'été, la riviere *Susawa* est trop basse, & le fleuve *Utka* trop rapide. Les manufactures qui appartiennent à Dimidoff, en sont éloignées de 100 milles. On fait tous les ans des vaisseaux neufs, parce que ceux qui ont fait le voyage, ne peuvent retourner. De-là on transporte le fer à Pétersbourg par les fleuves *Cama*, *Wolga*, *Twerza* & le lac *Ladoga*: ce transport se feroit plus aisément en pratiquant des canaux de communication entre les fleuves *Twer* & *Emsa*.

Il y a plusieurs manufactures de fer en Sibérie: celle appellée *Kaminsky*, est éloignée d'*Octus* de 50 milles. Il y a deux fourneaux bien bâtis, mais non pas si élevés que dans les autres endroits: la mine est à quatre *wursts* ou milles. Elle est partie en pierre ou morceaux de pierre, de couleur rouge: partie en terre, ou rouge, ou comme de l'ochre. Cette espece de mine paroît répandue dans les champs, souvent de l'étendue d'un mille. On en peut ramasser, tant qu'on veut, presque par-tout. Elle ne s'enfonce pas en terre de plus de six aunes (1). Les plus gros morceaux pesent à peine deux *punds*. On la calcine proche les petites cavernes ou les puits desquels on la tire. Quand elle a été mise en morceaux médiocres, on la porte au fourneau, proche duquel on la pulvérise avec des marteaux ou des pilons: à chaque charge, on met 18, 20 ou 24 paniers de mine, mêlée de 3 ou 4 paniers de pierre calcaire, ce qui donne un fer crud plus doux que tous les autres fers.

En 1723, on fit avec cette espece de mine des canons, des boulets, des bombes, &c. Il y a aussi à *Kaminski*, deux forges ou trois foyers, & quatre feux pour la préparation de l'acier. De-là, à la distance de trois milles sur le même fleuve, il y a deux forges ou quatre feux qui, ensemble fournissent tous les ans 20000 *punds* de fer forgé, & 800 d'acier. Il y a là plus d'Ouvriers que dans les autres forges. On s'y sert de charbons de bouleau, qui sont plus durs que ceux des autres bois. Le fer paroît cassant à chaud: il se bat cependant fort bien en feuilles minces & très-grandes.

Il y a encore plusieurs autres manufactures de fer; mais c'est dans le district de Pétersbourg, c'est-à-dire, en Carélie & dans la Principauté d'*Oloneska*, qui a pris son nom du fleuve *Olonetz*, dont la partie septentrionale se joint à la Lapponie, & à la Mer blanche. La partie orientale de ce fleuve se joint avec le lac *Onega*, & le fleuve *Swer*. Quelques-unes des manufactures établies pour le fer dans cette contrée, sont dûes aux soins d'un certain Danois, nommé *Ballnart*, qui dans la suite a pris le nom de *Rosenbusch*. Une manufacture établie proche la partie boréale du lac *Onega*, s'appelle *Petrofskoisarod*. Une autre à la partie australe se nomme *Olonetz*. Elle est éloignée de la premiere de 130 milles: elle est composée de quatre fourneaux & quatre forges.

Dans ces forges, on affine tous les jours une masse de fer crud de 20 à 24 *punds*. Ce fer se travaille ensuite en sabres, en épées, en fusils, &c. A 60 milles de *Petrofskoi*, il y a sur le bord d'un ruisseau, qui se décharge dans le lac Onega, une manufacture qui s'appelle *Ustrika Savood*, composée de deux forges. Il y en a encore une autre qui s'appelle *Powenitz*, à 96 milles de *Petrofskoy*: on y fond des canons comme à *Petrofskoy*. Les manufactures de *Tillekin* & d'*Alexi*, sont abandonnées. Toutes celles de la Carélie, prennent la mine dans un marais proche de *Konsosero*: elle ressemble à un sablon marécageux de couleur jaunâtre.

Dans les Principautés ou *Woiwodscaper* de *Beschecouy* & *Astjusina*, qui sont séparées de la Carélie, le travail du fer est si fort en vigueur, qu'il n'y a pas une ville ou un village, dans lesquels on ne trouve des foyers pour sa fabrication. Ils se servent de mines de marais: ils mettent cette terre marécageuse dans des forges ou petits fourneaux, dont ils font mouvoir les soufflets à bras. La mine fondue en fer crud dans un foyer de forge, se transporte dans un autre petit foyer, auquel on donne le vent par des soufflets à main, & ensuite on le bat avec des masses de fer. Si un Ouvrier est vigoureux & diligent, on dit qu'il peut battre en une semaine 80 *punds* de fer: mais ce fer est d'une mauvaise qualité. Aux environs de la ville de *Galetz*, les Paysans se fournissent abondamment de fer, qu'ils fabriquent eux-mêmes avec la terre de marais.

Thule est une ville très-renommée. La plus grande partie de ses Habitans sont occupés au travail du fer: ils le préparent dans des forges avec des soufflets à main. Le fer se fabrique-là avec une certaine espece de terre rouge, ou avec des morceaux d'argile, qui paroissent pétrifiés. On rencontre de ces morceaux, tantôt plus gros, tantôt plus petits: on les trouve & on les amasse autour de la ville dans les champs, d'où on les arrache pour les y vendre au marché.

Entre *Thule* & *Moscou*, il y a une manufacture, consistant en cinq forges, &

(1) 10 pieds $\frac{1}{2}$.

quelques

quelques fourneaux, appartenants à deux Freres: nommés *Moellers*. On y fabrique par an 20000 *punds de fer*, que l'on transporte à Archangel: on prétend que c'est-là que le fameux Czar Pierre Alexiowits, forgea lui-même deux ou trois barres de fer.

Non loin de la ville de *Serpentow*, il y a une manufacture royale composée de cinq forges, & quelques fourneaux. Entre *Thule* & *Weronits*, il y a les manufactures suivantes, sçavoir, *Lipsky*, éloigné de Moscou de 107 *wursts*, ou milles Russiens, équivalants à 44 ½ milles Suédois: elle est composée de quatre forges & quatre fourneaux: on y fait aussi des munitions de guerre. Vingt milles au-delà sur le fleuve *Weroni*, il y a une manufacture appellée *Kosminsky*, composée de deux forges, avec une troisieme pour la fabrication des ancres. Proche de-là on trouve celle de *Borna*, composée de deux forges & deux fourneaux. La mine se tire dans la terre aux environs de *Thule*: elle donne du fer cassant à chaud. Il y a encore plusieurs Ouvriers en fer, autour de la ville de *Paulawa*, qui font des sabres & des épées de damas: c'est ainsi qu'ils les appellent.

Pour ce qui regarde la mine de fer de Russie & de Sibérie, on la trouve rarement en roche ou pierre dure: mais ordinairement on la tire de terre. On trouve les pierres minérales dissoutes & éparses dans les champs, jusqu'à la profondeur de quelques aunes. Il y a aussi une espece de mine, qui ressemble à de la pierre feuilletée: on diroit que c'est une argile durcie. Dans quelques endroits, on la tire d'une terre marécageuse: elle ressemble à une mine de fer décomposée, comme de l'ochre.

Il n'y a que deux endroits desquels on puisse transporter par terre les fers, & autres marchandises, sçavoir, des environs de *Ilinisk* & de *Jenisciscky*. Les autres fers & marchandises arrivent au port & à la ville de Péterslbourg, par le moyen des fleuves *Utka*, *Cama*, *Wolga*, *Twerza*, & le lac *Lodoga*.

La plus grande partie des manufactures du fer, en Russie & en Sibérie, doivent leur origine & leurs grands succès à MM. *Nariskin* & *Moellers*. On dit qu'en Sibérie, il y a cinq manufactures royales, & vingt-sept qui appartiennent à des Particuliers. Les royales en Sibérie sont *Newiauskoy*, ou *Alapinskoy*, *Kamenskoy*, *Uctuskoy*, & deux en Russie qui sont *Petrowfskoy* & *Glinitzkoy*.

On dit que la manufacture de fer la plus célèbre, est celle de *Tetkowskoy*, appartenante à *Mikita-Demidow*: on fait même l'éloge du fer qui en provient. Voyez au surplus la Carte Géographique que j'ai dressée: on n'a pas cru nécessaire de donner cette Carte qu'on peut voir dans l'original.

§. XV.

Des Fourneaux de fusion, des Forges & autres foyers à fer de Norvége.

Il y a en Norvége plusieurs fourneaux & plusieurs forges, semblables à celles de Suede. Je me contenterai, par cette raison, d'en faire l'énumération, étant fort inutile de décrire leur construction, non plus que leur méthode, soit de fondre la mine: soit d'étendre le fer sous le marteau.

1°. En 1710, on rétablit la manufacture de *Lessoë*, qui s'approvisionne de mine dans deux minieres, où elle se casse aisément. On en tire plus en un an, que l'on ne peut en consommer en plusieurs années. On dit qu'on ne fait travailler le fourneau, que tous les trois ans. Dans trente paniers de mine; on en mêle quatre de pierre calcaire. D'un quintal de mine, on tire 20 ou 30 livres de fer crud: on en coule 60 poids de marine en une semaine. On pulvérise les scories, pour en extraire le fer qu'elles recelent; pour cela, on les écrase à l'aide de neuf pilons ferrés, que l'eau fait mouvoir (1), & qui en les brisant mettent le fer à découvert: dans une forge, on affine & on purifie en une semaine six ou sept poids de marine de fer forgé.

2°. Il y a une autre manufacture à *Edswald*, composée d'un fourneau & d'une forge à deux feux: le fourneau est entiérement construit de pierres de roche pure. Sa hauteur est de 12 aunes (2): le diametre de l'ouverture supérieure en a deux & demie, & il est de trois aunes & demie dans la largeur du ventre; le foyer est fait à la Françoise: le diametre de la roue à eau est de cinq aunes & demie (3). On calcine à la fois 200 à 250 tonnes de mine, ce qu'on fait en mettant d'abord du gros bois & des charbons, avec de la mine par-dessus, mêlée de charbons. Au milieu de la pyramide, il y a une ouverture qui pénetre à fond: c'est par-là qu'on met le feu qui se répand par-tout. Il dure pendant 4, 5 ou 6 jours, & autant de nuits; on calcine de cette maniere, mais séparément, chaque espece de mine: lorsqu'elle est calcinée, on la fait écraser par des pilons.

Le fourneau travaille 20 ou 30 semaines de suite. On fait 10 ou 12 charges par jour, & à chaque charge on met 20 ou 24 paniers de mine, c'est-à-dire, une demi-tonne, qui équivaut à 30 grandes livres, lispund, avec

(1) Un Boccard. — (2) 21 pieds. — (3) 9 pieds ½.

12 tonnes de charbons, on coule deux fois par jour; mais à chaque fois, on n'obtient que deux poids de marine de fer crud. Cette mine pour fondre n'a pas besoin de pierre calcaire étrangere, parçe qu'elle en porte suffisamment avec soi. Dans deux foyers de forge, on fond à la fois un poids & demi de marine de fer crud, qui, pendant 12 heures cuit, est étendu sous le marteau, & donne un poids de marine de fer purifié; pour cela, on a brûlé trois lestes ou trois lestes & demi de charbon : on dit qu'autrefois, il y avoit dans cette manufacture quatre fourneaux & six forges.

3°. A 4 milles de-là, il y a encore une autre manufacture appellée *Hackendalen*, composée d'un fourneau & de deux forges. Le fourneau travaille 10 ou 12 semaines de suite. En 24 heures, on fait 10 ou 12 charges, à chacune desquelles on met 12 tonnes de charbon, avec 23 ou 24 paniers de mine : ce qui produit 4, 5 ou 6 poids de marine de fer crud. La mine est assez sulfureuse. On y travaille en marchandises, comme pots, marmites, garnitures de feu, &c. Le fer en barres est de vil prix. On dit que le travail y a été continué un an de suite. Les pierres du foyer ont trois pieds & demi de longueur, & un pied & demi de hauteur : à l'égard du fond, il a deux pieds & demi de longueur, sur deux pieds neuf pouces de largeur.

4°. On dit qu'aux environs de *Barum* en Norvége, on fabrique d'excellent fer. Il y a encore plusieurs autres manufactures à *Dickemark*, *Schade*, *Kongself* ou *Hassel*, & *Edfoss* : dans cette derniere, il y a un fourneau double, deux forges & quatre fours à acier. Le fourneau travaille un an de suite, quelquefois deux. On fait par chaque jour 10 ou 12 charges, à chacune desquelles on met 24 paniers de mine, & 12 tonnes de charbon. On coule deux fois par 24 heures, ce qui procure environ 3 poids de marine de fer crud : dans la forge, on peut par semaine recuire & étendre sous le marteau 18 à 20 poids de marine de fer pur.

§. XVI.

Maniere de traiter la Mine de Fer en Silésie.

On a commencé en 1717, à fondre en Silésie la mine de fer *Breslauischen Naturund*, *Medicin-Geschichten*, ainsi nommée parce que la pierre ou matrice de la mine est de couleur jaune-brune, & très-friable. La meilleure est celle qui est la plus pesante, sur-tout celle qui est d'un bleu-clair, ressemblant au smalte. On dit qu'elle est mêlée de morceaux durs comme les pyrites, qui seroient inutiles s'ils ne contribuoient pas à donner à la fusion une certaine fluidité.

On passe d'abord cette mine au crible pour en ôter les pierres & les poussieres de mauvaise qualité. La mine rendue plus pure par cette opération, est mise en tas, d'où on la transporte aux fourneaux & aux forges. Il y en a plusieurs, sçavoir, *Malmits*, *Ober-Eylau*, & *Altenhammer*. On transporte aussi cette mine hors de la Silésie, sçavoir aux fourneaux de *Heilingensée*, *Schnellfurt*, *Lipschau*, *Neuhammer*, *Lors*, *Eisenberg*. *Halbau*, *Neuhaus*, *Schnell forthell*, *Muhlbock*, *Nickolschmide*, *Zerbeutel*, *Tschimdorf*, & *Tortzendorff*.

On mêle d'abord cette mine avec de la chaux, ou un autre menstrue, qui lui convienne, ensuite on la met au foyer, mais par ordre, ce qui s'exécute de la maniere suivante. On fait dans une cheminée un foyer assez ample, par derriere lequel on arrange les soufflets. Au bas il y a une ouverture pour la sortie des scories. Au milieu, il y a une espece de petit puits, au dessus duquel sont les buzes des soufflets, qui paroissent le dominer. On met des charbons dans ce petit puits, & bien-tôt après de la mine réduite en petits morceaux, mise lits sur lits. Le feu allumé par le vent s'augmente par dégrés. Quand les charbons diminuent, on en met de nouveaux jusqu'à ce que la mine soit fondue. On continue ainsi pendant cinq ou six heures, en mettant par ordre du charbon & de la mine. Enfin le petit puits s'emplit de fer en fusion. Alors en détournant les charbons, & laissant le fer à nud, on voit une masse très-grossiere de fer. En la soulevant un peu, les scories qui surnâgent, s'écoulent par l'ouverture qui leur est destinée sous les soufflets. La masse de fer qui s'appelle déja *loupe*, étant tirée du foyer, se porte sur l'enclume par deux hommes vigoureux, & on l'y façonne en pain rond, grand comme un chapeau, & épais d'une palme. On dit que par les coups fréquents du marteau, cette loupe se condense & se ramasse aisément, même que toutes les scories qui y étoient enfermées, en sont expulsées. Cette masse ainsi réduite se coupe ensuite à l'aide d'un ciseau, en morceaux longs, que l'on appelle *Daulinge*, & qui étant chauffés se mettent en barres, à la maniere ordinaire.

Si la mine est bien purgée de ses parties hétérogenes, il en faut 18 mesures de Breslau pour une masse, qui s'appelle *loupe*, & qui donne 200 livres de fer forgé.

§. XVII.

De la maniere de cuire & recuire la mine de fer en Saxe.

A *Sangerhuse*, à 4 milles d'*Eisleben*, & dans plusieurs autres endroits de la Saxe, il y a de petites forges, telles qu'on en voit beaucoup en Allemagne, où on les appelle *Rennwerck*. On prend la mine dans une montagne qui s'appelle *Dowenberg*. Sa matrice est de couleur jaune, mêlée de veines grises & blanches. Les couches n'en sont pas larges. Cette manufacture a deux foyers; dans l'un on fond la mine, & dans l'autre on recuit le fer crud, afin de l'étendre sous le marteau. Le foyer a huit pieds de longueur sur quatre de largeur; & le foyer a 18 pouces de profondeur. Il est fait de beaucoup de poudre de charbon. On ôte les scories par une ouverture pratiquée au côté. La thuyere est de fer, & les soufflets de bois. On met la mine sur une pierre pour l'écraser avec un marteau.

Quand le foyer ou creuzet est échauffé & empli de charbons, on met sur les charbons aux environs de l'orifice de la thuyere, de la poudre de fer, de façon que la mine, qui a été criblée pour en séparer les morceaux trop gros, puisse fondre & couler à travers les charbons. Quand cela est fait, on en met davantage; on arrose cependant toujours la mine avec de l'eau. De temps en temps, on éleve & expose au vent la mine fondue jusqu'à ce qu'on en ait employé la quantité de deux tonnes. Si l'eau ne manque pas, on peut avoir tous les jours cinq masses, que l'on appelle *Loupen*; ce qui fait 13 poids de marine par semaine. Chaque masse, ou loupe, se divise en deux parties qu'on chauffe dans un autre foyer. On divise encore ces parties en morceaux plus petits, pour être étendus en barres sous un marteau qui pese 300. Les barres ont trois aunes de long (1), & deux pouces & demi de large.

En quatre ou cinq heures on peut avoir une masse, & la forger. Pour cela on brûle 4 mesures de charbon. Je n'ai pas vû moi-même cette petite manufacture: mais tout ce que j'en ai dit, je le tiens d'une personne digne de foi, qui l'a vûe il y a long-temps, ainsi que les suivantes aux environs de *Rothendahl*.

Description d'un fourneau & d'une forge à Rothendahl.

A Rothendahl, le fourneau est bâti de gros quartiers de pierres de grais, qui ont toutes une aune trois huitiemes de longueur, sur trois quarts d'aune de largeur, & une demi-aune d'épaisseur (2). La cavité du fourneau est resserrée à la partie supérieure. On y apporte la mine des minieres de Bohême. Elle est de couleur rouge, très-riche, mêlée de schist & d'hématite *Glaskopff*. Elle est très-fluide; il y en a une partie qui s'emploie sans être calcinée. On met deux paniers de cette mine sur quatre mesures de charbon, qui s'appellent *Kubell*. Les charges se font d'heure en heure, & on coule deux fois le jour. A chaque coulée, on a 7 quintaux $\frac{3}{4}$, même 8, de fer crud.

Le fourneau est construit de même que ceux de Bohême. La hauteur de la cheminée ou le vuide intérieur, depuis le fond jusqu'à l'ouverture du dessus, est de 12 aunes (3). Sa forme est quarrée. Quand il faut bâtir un fourneau, on creuse d'abord une fosse pour l'évaporation de l'eau. Sur ce vuide, on met une pierre épaisse d'un quart d'aune, qui sert de fondement. Si le fond est humide, on met sur cette pierre un lit d'argile, mêlée avec d'autre terre pulvérisée, de l'épaisseur d'un quart d'aune. On est dispensé de mettre cette couche si le fond est sec.

Sur cette pierre fondamentale, de son diametre à l'ouverture du devant, on dresse une pierre de grais haute d'une aune $\frac{1}{4}$ & épaisse d'une demi-aune. Au côté des soufflets on met une pierre taillée, qui s'appelle *Bals*, de forme quarrée, & épaisse de cinq quarts d'aune. Sur le milieu de cette pierre, on forme le trou pour le passage du vent. Ce trou dans l'intérieur est de quatre doigts, & se couvre d'une pierre taillée longue de cinq quarts d'aune, large d'une aune, & épaisse de 22 pouces. On place dessus & par ordre, des pierres taillées, dont le côté quarré est d'une demi-aune. En dehors, contre l'orifice du vent, on pose trois ou quatre assises de pierres ordinaires, qui ont cinq quarts d'aune de longueur, de façon que de la pierre fondamentale elles ont la même hauteur que la pierre qui forme le dedans. Sous le mur de devant, & sur la pierre du fond, on place deux pierres qui ont une aune d'épaisseur & qui sont éloignées l'une de l'autre d'une demi-aune, ce qui est aussi la largeur du foyer. Par leur hauteur elles joignent la hauteur de celles qu'on a déja posées. Sur ces deux pierres on en met une troisieme qu'on appelle *Timpelstein*, longue d'une aune & demie, haute d'une aune, & épaisse de $\frac{3}{4}$ d'aune, ce qui acheve d'entourer & de fermer les parois du foyer; qui a 22 pouces de longueur, une demi-aune de largeur, & autant de hauteur depuis la tympe jusqu'au fond.

A l'extérieur de la pierre dite *Timpelstein*,

(1) 5 pieds $\frac{1}{4}$. = (2) 2 pieds 8 pouces; 15 pouces $\frac{3}{4}$, 10 pouces $\frac{1}{2}$. = (3) 21 pieds.

on applique une autre pierre que l'on nomme *Kockolstein*, qui est soutenue de même dans ses extrémités sur les deux pierres dont nous avons parlé. Cette pierre a une aune & demie de longueur, sur une demi-aune de largeur, & autant de hauteur. Sous cette pierre est l'ouverture pour la sortie tant du fer que des scories. Sur la tympe on met une pierre ordinaire, de l'échantillon ci-dessus; depuis cet endroit, la cavité est faite de pierre ordinaire, & va toujours en augmentant, jusqu'à ce qu'elle forme un quarré dont les côtés ont trois aunes (4). Ensuite elle se rétrécit vers le dessus dont l'ouverture quarrée est de cinq quarts d'aune. Voilà quelle est la construction du mur intérieur. En dehors on met de la terre; & enfin on entoure le tout de poutres entrelassées, comme on le fait en Suede.

Avant que de commencer à fondre la mine, on met quelques charbons allumés devant l'ouverture de la coulée, & cela pendant un ou deux jours, pour ôter de ce passage toute humidité. L'ouvrage est fait tout contre cette ouverture avec pierres & argile. Trois pierres l'entourent. On prépare ensuite un réservoir pour les scories, vers un des piliers du fourneau.

On emplit le fourneau de 30 *Kubell*, ou cinq voitures de charbons, qui s'allument par le moyen de ceux qu'on a mis sur le devant. On met d'abord un panier de pierre calcaire, mêlée avec de la mine; & quand ce mélange est baissé, on met trois mesures de charbon & deux paniers de mine, qui sont deux heures à descendre. On augmente ainsi par dégrés la mine jusqu'à ce que l'on soit parvenu à cinq mesures, ce qui arrive au bout de 24 heures. Alors on voit des scories dans le foyer, & c'est le moment où l'on commence à faire mouvoir les soufflets.

Le vent donné, on met six ou sept paniers de mine pendant l'espace de 4 ou 5 semaines. Lorsque le fourneau est bien échauffé, on en ajoute 2 ou 3 paniers de plus, si la qualité de la mine le permet. On fait les charges au bout d'une heure & demie. On fait la premiere coulée quand on donne le vent, & la seconde au bout de 14 ou 16 heures : mais on n'a pas la même quantité de fer que quand on coule trois fois en 24 heures. A chaque coulée, on a pour lors 7 ou 900 de fer crud; & pendant tout le travail, cela va quelquefois à 2000 quintaux.

La mine est d'une si excellente qualité qu'elle n'a pas besoin d'être calcinée, pourvû qu'on la casse en morceaux gros comme des œufs de pigeon, & qu'elle soit mélangée avec un quart de pierre calcaire. De 150 charrettes de mine on a 100 quintaux de fer. Chaque charrette peut s'évaluer à ce que deux chevaux peuvent traîner.

Quand j'ai eu l'occasion de voir pour la seconde fois un de ces fourneaux, il étoit rebâti à neuf. Le côté des soufflets & le devant étoient artistement construits & voûtés. Il y avoit une thuyere de cuivre posée horizontalement. Le foyer pour recevoir le fer en fusion étoit de pierres de grais : celles des côtés étoient épaisses de $\frac{3}{4}$ d'aune, & longues de $\frac{5}{4}$. La pierre fondamentale avoit aussi $\frac{5}{4}$ d'aune de largeur, ce qui forme la largeur du foyer. La hauteur du fourneau étoit de près de neuf aunes (5) en dedans, de forme quarrée, ainsi que l'ouverture du dessus. Le ventre étoit très-ample, & se rétrécissoit vers la partie inférieure. On couloit deux fois en 24 heures, même cinq fois en 48 heures. A chaque coulée, on avoit 10 ou 12 quintaux de fer crud, de façon qu'en une semaine on en avoit 130, un par heure. Le foyer pouvoit contenir 12 quintaux, & l'on consommoit un *Kubell* $\frac{2}{3}$ de charbon par chaque quintal.

Je ne veux pas oublier de faire la description d'un fourneau particulier que j'ai remarqué en Bohême, non loin d'*Alsattel*. Il étoit bâti sous le même couvert que deux feux de forge. Il avoit quatre aunes ou 4 aunes $\frac{1}{2}$ de hauteur (6), depuis le sol jusqu'au-dessus. La cavité avoit cinq quarts d'aune de diametre dans le milieu, mais de forme ronde. On y consommoit 30 à 40 quintaux de mine par semaine; & chaque jour un *suder* de charbons, ce qui donnoit 12 quintaux de fer. On se servoit de mine de marais crustacée, en poussiere & de couleur jaunâtre.

Extension du fer sous le marteau en Saxe.

Un quintal de fer crud est ordinairement de 140 livres, & de 120 lorsqu'il est recuit & forgé, de façon qu'on perd $\frac{1}{7}$, c'est-à-dire, 20 sur 140. Ce fer crud, pour être tiré en barres, se fond & se recuit trois fois au foyer. On y plonge un ringard pointu, avec lequel on tire la masse qui s'y attache, & on la porte ensuite sous le marteau, pour y être battue & convenablement étendue. S'il faut purifier le fer davantage, comme lorsqu'on veut le battre en feuilles propres à l'étamage, on retient plus de scories dans le foyer; on les écrase ensuite avec un marteau, & on les remet au fourneau.

Proche de *Hausjurgenstad* & ailleurs, j'ai vû des forges dont le foyer est fait de lames de fer, comme à l'ordinaire; la plus éloignée est la plus épaisse. On donne au foyer huit pouces de profondeur, cinq quarts d'aune de longueur (7), & une aune de largeur ou

(4) 5 pieds $\frac{1}{4}$. = (5) 15 pieds $\frac{3}{4}$. = (6) 7 pieds ou 7 pieds 10 pouces $\frac{1}{2}$. = (7) 2 pieds 4 pouces $\frac{1}{2}$.

environ

environ. Une thuyere de cuivre, très-inclinée, entre dans le creuset. On fond 32 quintaux de fer par semaine, pour lesquels on brûle 75 *kubels* de charbon, ou un leste par quintal. A chaque fois on recuit environ un quintal ou un quintal & demi. La cheminée est comme remplie & suffoquée des scories qui se dissipent en étincelles. Dans une forge où l'on bat le fer en feuilles pour être étamées, on met à la fois sous le marteau 70 ou 80 feuilles, dont chacune pese une demi-livre : on consomme par semaine 90 *kubels* de charbon.

§. XVIII.

De la maniere de cuire & de recuire la mine de fer en Bohême.

On trouve en Bohême des minieres & des mines de plusieurs especes. Celle de *Lodebleir*, à *Braunsump*, donne de la mine noirâtre & de bonne qualité, tout au contraire de celle de *Sonegrub*, qui est presque rouge. Proche celle-là il y a une miniere, dans laquelle on casse le menstrue, *Kurin*, qui tient lieu de pierre calcaire. La mine de *Musselberg* est rougeâtre; celle de *Holtzstein* noirâtre; celle de *Silberbohm* presque brune; celle de *Mittelberg* rougit; & à *Stollberg* il y a des veines de différentes couleurs.

On détache & on casse encore de la mine de fer d'une montagne remplie de marbre. Il y a quelques années qu'il y en avoit de plus de douze façons pour le moins. Je ne sçais combien il y en a aujourd'hui. On les calcine de différentes manieres suivant leur nature; c'est-à-dire, qu'on calcine une espece pendant 24 heures, une autre pendant deux jours, une autre pendant une semaine entiere, celle-ci deux ou trois fois. Un quintal de la mine qui est dans le territoire de *Blanckenbourg* donne 30 & jusqu'à 60. livres de fer. Il n'en est pas ainsi des autres.

D'ailleurs il y a le Mont Yberin, long d'un quart de mille, & haut d'un huitieme, qui est composée en partie de pierres tendres, d'un gris obscur, & qui fournit au sud-ouest des veines de cuivre rouge. Les couches en sont paralleles les unes aux autres. On en trouve aussi de la brune, avec de l'argile noirâtre, dans les fentes & cavernes de cette montagne. Elle ressemble à l'hématite, ou au schiste, qui s'appellent dans le pays *Glaskopffet* & *Blutstein*; car elle paroît striée. Outre la mine de ces cavernes, il y en a encore une espece qui est en stalactite, ou comme des glaçons qui pendent après un toît. La miniere s'appelle *Oberstiege*. Dans d'autres endroits de la même montagne, il y a des morceaux & des couches de mine extrêmement riche. On la transporte au fourneau, qu'on appelle *Gittel*.

Il y a encore en Bohême plusieurs autres minieres, qui fournissent plusieurs especes de mine. Le quintal de celle nommée *Glaskopff*, donne 40 à 50 livres de fer. Une autre espece dont les grains sont cubiques, n'en donne que 30 à 40 livres par quintal. La blanche est beaucoup plus pauvre, puisque par quintal elle ne fournit que 14 ou 15 livres de fer. On a coutume de mêler dans quelques endroits de la Bohême 10 ou 12 especes de ces mines, & seulement deux ou trois dans d'autres endroits.

Il y a des fourneaux & des forges en plusieurs endroits : sçavoir, à *Zorgewiede*, à *Taune*, à *Gittel*, *Stollberg*, *Rubelande*, *Bos*, *Voigtsfeld*, & ailleurs.

Les fourneaux ont 20 à 24 pieds de hauteur. Dans quelques endroits leur cavité est ronde, dans d'autres quarrée. Le diametre de la partie supérieure est d'environ trois pieds : en descendant il devient plus ample, principalement dans les fourneaux de forme quarrée, qui ressemblent à une pyramide tronquée.

Le dessus est bâti de briques jusqu'au tiers; le reste est de bonnes pierres qui résistent au feu.

Quand la mine est calcinée, on la réduit en poussiere à l'aide d'un marteau : elle ressemble alors à de la poudre rouge. La mine qui se porte à *Gittel*, ne se calcine, ni ne se pulvérise pas : on la met seulement en petits morceaux. On mêle aussi avec cette mine de la pierre à chaux grillée, qui tient lieu de menstrue.

Lorsque le fourneau est suffisamment échauffé, on consomme par semaine 50 charretées de charbons; & l'on a dans quelques fourneaux, 130 ou 150 quintaux de fer crud : dans d'autres 170, & jusqu'à 190. La différence du produit vient de la qualité de la mine. On met à chaque charge le quart d'un *fuder* de mine. Quand on coule le fer, on en fait des masses de 10 à 12 quintaux. Ailleurs, ces masses sont seulement de 4 ou 5 quintaux, que l'on dit peser dans les forges 114, & à la ville 112 livres de Cologne. Un *fuder* peut être charrié par deux chevaux : il contient dix mesures de mine, & la mesure a au fond trois quarts d'aune de diametre, se rétrécissant au-dessus sur la hauteur d'une demi-aune (1).

Les scories du fourneau se pulvérisent sous des marteaux, pour en tirer le fer : on les passe ensuite dans un crible, qui est fait de barres de fer, éloignées d'un pouce l'une de

(1) 15 pouces $\frac{3}{4}$, 10 pouces $\frac{1}{2}$.

l'autre. Cela forme de longs canaux, au fond desquels le fer, comme plus pesant, s'arrête, tandis que l'eau emporte les parties les plus légeres : ce fer se remet au fourneau avec la mine.

L'orifice de la thuyere est posé très-haut, c'est-à-dire, à trois pieds au-dessus du fond. Le foyer est quarré, composé de grosses pierres qui ont une aune & demie de longueur, sur trois quarts d'aune de hauteur. La longueur du réceptacle est de 3 pieds $\frac{1}{3}$; on fond 30 *fuders* ou 480 quintaux de la mine rouge, dont nous avons parlé. Chaque *fuder*, ou bien 16 quintaux de mine, produisent 338 livres de fer crud, ensorte que de 480 quintaux de mine, on a 100 quintaux de fer. On tire outre cela du foyer 11 ou 12 *fuders* de scories, qui contiennent du fer ; à ce que l'on dit, les plus vieilles égalent presque en fer la richesse même de la mine.

Des foyers pour recuire en Bohême le fer crud.

Il n'y a qu'un foyer dans les forges. Le fond & les parois sont formés avec des lames de fer fondu, épaisses de 3 ou 4 pouces. Il y a sous le fond, une fosse & un tuyau d'évaporation. Le marteau pese ordinairement 500 : on peut, dans quelques forges, faire & forger par semaine 50 à 60 quintaux de fer. Ailleurs, où il est plus dur à traiter, on n'en forge que 24, avec le déchet d'un tiers du fer crud. On consomme pour chaque quintal, quatre mesures & demie, ou une demi-voiture de charbon. Le fer *Gittel* est préférable à tous les autres, parce qu'il est le plus ferme.

§. XIX.

De la maniere de fondre la mine à Fordenberg, en Stirie, en Carinthie ; & d'abord,

A Fordenberg.

Il y a deja plus de 20 ans qu'à *Fordenberg*, il y avoit 16 fourneaux qui travailloient presque toute l'année : on tiroit la mine d'un grand nombre de puits, aux environs d'*Eissen-Ertz*.

La mine étoit de couleur noirâtre, & sa matrice de couleur brune. Plusieurs des couches de cette mine étoient couvertes, & comme enveloppées d'une pierre dure, semblable au talc ou *Glacies Mariæ*, & qui résistoit à un très-grand feu. Cela étoit cause qu'on séparoit cette pierre réfractaire de la mine, avant que de la jetter au fourneau. Sous une veine de mine, bonne & mûre, on en tiroit une autre qui ne l'étoit pas, & qu'on n'estimoit pas encore assez remplie de parties métalliques. On la tenoit à part proche du fourneau, afin que, comme on le disoit, elle pût acquérir la maturité : on croyoit le terme de quelques années suffisant pour cela, après quoi on la mêloit avec l'autre pour la fondre.

A la distance d'environ 60 aunes [1] du puits à mine, appellé *foder-stollen*, on en voyoit un autre, ou un souterrein, dont l'entrée étoit fermée par une forte porte : personne ne pouvoit y entrer sans permission. On voyoit au-dedans des crystallisations ferrugineuses, qui étoient attachées à la voûte, comme des stalactites, formées par l'écoulement de l'eau, précisément comme celles des cavernes de *Baumaun*, & autres. On y voyoit aussi des especes de concrétions, ayant, comme le corail, la forme d'arbustes ou de ramifications. Ces végétations métalliques imitoient les glaçons que l'on voit pendre au bas des toîts pendant l'hiver. On ouvre rarement la porte de ce souterrein, & on y laisse entrer peu de monde, de crainte que l'air ne noircisse cette magnifique crystallisation. D'ailleurs, lorsqu'on y touche, les rameaux se détachent aisément de la voûte, & de l'espece de tronc auquel ils tiennent, on porte la mine de ces minieres avec beaucoup de peine, & par des chemins difficiles, jusqu'au fourneau de *Fordenberg*.

Le long du même courant d'eau, il y avoit plusieurs fourneaux établis à la file l'un de l'autre. Je passerai leurs noms sous silence, parce que je ne sçais pas si aujourd'hui ils subsistent encore, ou si on n'y en a point ajouté de nouveaux : chaque fourneau a son couvert, & un petit bâtiment joignant pour la calcination des mines.

La hauteur du fourneau est de 14 pieds. Le diametre de la cavité supérieure du ventre proche le foyer, est de quatre pieds, & celui de dessus de deux pieds : le mur de cette cavité étoit bien enduit d'argile.

Lorsqu'on calcinoit cette mine, on mettoit d'abord un lit de charbon & un de mine de six pouces de haut ; ce que l'on répétoit jusqu'à trois fois dans le même ordre. La derniere fois, on amonceloit de la mine en forme de bucher, autant qu'il en falloit. On y mettoit ensuite le feu, qui duroit pendant trois semaines, afin qu'après cette longue calcination, la mine pût être plus facilement écrasée & réduite en fer : la mine pilée ou écrasée, s'élevoit au-dessus du fourneau à force de bras, ou par le moyen d'une roue à eau.

Quand la cheminée étoit pleine de charbons, on mettoit dessus une mesure de mine, équivalente à une tonne. Avec le temps ce charbon baissoit ; & lorsqu'il étoit baissé, on

(1) 105 pieds.

en remettoit huit paniers, avec de la mine par-dessus, mais par couches; ce qui se continuoit pendant l'espace de 15 heures, au bout desquelles les charbons étant consumés, & la mine descendue dans le foyer, on voyoit dans le creuset, une masse appellée *hallmassen*.

Ici, les soufflets étoient placés du même côté, par lequel on tiroit cette masse: & les scories sortoient tout contre les buzes des soufflets.

Après que la masse étoit découverte, on voyoit toujours au-dessus une partie de fer encore liquide, qu'on tiroit séparément de celui de dessous: c'étoit la matiere d'un fer excellent que l'on appelloit *krogloch*, propre à être converti en acier, ou réservé pour les ouvrages qui demandent du fer de la meilleure qualité. Cette première partie tirée, on enlevoit le reste du foyer: ce restant étoit large de cinq pieds. Pour le tirer, il falloit des leviers de fer & deux forts Ouvriers: pendant que cette masse étoit encore chaude, on la divisoit en deux parties, dont chacune pesoit 10 quintaux, de façon que dans l'espace d'un jour & d'une nuit, on avoit une masse de fer crud de 20 quintaux.

Les Ouvriers disent que cette méthode de fondre la mine, en recommençant tous les jours l'opération, & tirant la masse du foyer, étoit en usage depuis plus de 800 ans: & quoiqu'ils conviennent qu'on auroit une plus grande quantité de fer, si la fusion se faisoit sans relâche, comme en Carinthie, ils soutiennent cependant que la nature de la mine demande que les liquations soient interrompues. Ils croyent que l'espece qu'ils emploient, ne pourroit souffrir un feu continuel, & qu'ils n'obtiennent pas cet excellent fer, qui occupe le dessus de la masse: au reste, ils peuvent dans un fourneau se procurer sept de ces masses par semaine.

En Stirie.

Ici la mine se fondoit de la même maniere qu'à *Fordenberg*, & dans des fourneaux semblables: mais il y en avoit de trois especes, des grands, des moyens & des petits. Ces derniers étoient le plus en usage. Voici la construction des grands, appellés *Stuck-ofen*.

On bâtissoit de pierres grises le fourneau, dont chaque côté avoit 4 ou 6 aunes de face (1). Le mur intérieur de la cheminée, dans le dessus, étoit épais d'une aune, & en avoit une demie de plus dans le bas. Au pied du fourneau, ou proche sa partie inférieure, il y avoit une espece de chassis de bois sur lequel on plaçoit les soufflets avec leurs bancs & leurs équipages. Sous le fond, il y avoit une petite fosse double en forme de croix. La hauteur égaloit presque celle des plus grands fourneaux d'Allemagne, appellés *Hoch-ofen* Dans le mur extérieur du devant, on pratiquoit une cheminée de forme quarrée, ayant trois pieds de diametre, & qui, vers le foyer, étoit construite avec des pierres de *Bergen*.

La hauteur du foyer étoit d'une aune & demie; & depuis-là, le vuide intérieur s'élargissoit petit-à-petit & par dégrés, jusqu'à ce qu'il fût de figure ronde. Cette rotondité ne commençoit qu'à 3 aunes du foyer. Le diametre de cette partie arrondie étoit de 3 aunes: mais depuis-là elle alloit en étrécissant jusqu'à la hauteur de 18 pieds depuis le fond, & finissoit par une ouverture d'une aune de diametre, par laquelle on mettoit dans le fourneau la mine & les charbons.

Le mur, du côté des soufflets où étoit le chassis dont nous avons parlé, avoit une aune de hauteur, un pied d'épaisseur, & neuf pouces d'élévation sur le fond. Sur ce mur, on plaçoit en travers une espece de masse de fer, & on faisoit dessus, avec de l'argile, un massif d'un pied d'épaisseur. La profondeur du fourneau étoit telle que le fer pouvoit couler sur le sol, où l'on préparoit, pour le recevoir, une fosse remplie de poussieres de charbons humectés. On enduisoit d'argile l'orifice du vent, de façon qu'il ressembloit à un cône tronqué, plus large en dehors que vers le foyer. La construction du fourneau avoit la figure d'un tonneau d'Italie, plus large au milieu que dans les deux bouts.

Les soufflets dont on se servoit, étoient très-bas, & ne s'élévoient gueres qu'à la moitie des soufflets ordinaires. Ils n'étotent pas plus longs que ceux des foyers de forge. Au lieu d'être attachés à leur support, ils étoient mobiles, afin que l'on pût aisément les ôter de leur place toutes les fois qu'il falloit tirer le fer. *Voyez les Planches XVII. & XVIII.*

Les petits fourneaux, & les moyens, étoient bâtis comme les grands, & sur le même modele: toute la différence qu'il y avoit, c'est qu'ils étoient plus petits. Les moyens fourneaux avoient en bas deux pieds en quarré, quatre de diametre dans le milieu, & un pied seulement au-dessus. Les Ouvriers disoient que ces fourneaux pourroient durer plusieurs années, en renouvellant l'ouvrage seulement quatre fois par an. On verra mieux la construction de ces fourneaux par la figure, que par le secours de la description que l'on en feroit.

Lorsqu'on commençoit le fondage, on emplissoit d'abord le fourneau de charbon,

(1) 7 pieds ou 10 pieds ½.

mêlant les tendres avec les durs : on y mettoit le feu, & on faisoit aller les soufflets. Quand les charbons étoient descendus d'une charge, on en mettoit de nouveaux avec de la mine dessus. On a remarqué qu'il falloit que les charbons fussent descendus de deux charges, avant que la mine commençât à fondre.

A chaque charge on en mettoit deux paniers, après qu'elle avoit été préalablement calcinée & réduite en morceaux. Chaque panier pesoit un demi-quintal. Si la mine n'étoit pas riche, on en mettoit trois ou quatre paniers sur une corbeille de charbon. Quatre corbeilles font un sac, & cinq sacs font un faisceau, qui s'appelle dans le pays, *knippa*. Deux faisceaux & demi, ou un *knippor* font un *foder*. En continuant l'ouvrage, on mettoit de la mine tous les trois quarts-d'heure, & en vingt-quatre-heures on faisoit 30 ou 32 charges, qui par la fusion, se réunissoient en une seule masse.

La mesure dont on se servoit pour élever la mine au-dessus du fourneau, avoit deux aunes sept pouces de longueur, une demi-aune & sept pouces de largeur, & une demi-aune de profondeur. La mine qui y étoit contenue, pesoit neuf quintaux.

Après ces 32 charges, c'est-à-dire, à 7 heures du soir, on rangeoit les soufflets à côté pour qu'ils n'empêchassent pas la sortie des scories que l'on faisoit couler jusqu'à ce que le fer fût à nud. Ces scories n'étoient pas si légeres ni si blanches que celles du fourneau, dont nous parlerons ci-après, & qui se nomme *Floss-ofen* : elles étoient plus noires & plus pesantes, semblables aux scories de la mine d'étain. Comme on pensoit qu'elles ne contenoient point de fer, on les jettoit à la riviere.

Les scories sorties, on arrosoit d'eau le tas de poudre de charbon, que l'on conservoit dans une fosse devant le mur antérieur du foyer. On faisoit couler cette poussiere sur le fer enflammé pour le rafraîchir doucement & par dégrés. Lorsque tout ce qui étoit dans la fosse étoit employé, le fer qui étoit dans le foyer se trouvoit refroidi, & paroissoit d'une couleur rouge tirant sur le noir. Lorsqu'il avoit acquis une couleur obscure, on détruisoit avec un ringard pointu la partie antérieure qui étoit d'argile, ainsi que l'orifice du vent. On rafraîchissoit avec de l'eau le support de fer mis en travers. On enduisoit d'argile, avec un fer fait exprès, la masse qui étoit dans le foyer. On y mettoit encore de la poudre de charbon, qui achevoit de la couvrir. Pour lors on la saisissoit avec trois crochets de fer attachés au bout d'une chaîne, laquelle s'enrouloit sur un cylindre qu'une roue, ou des leviers, faisoit tourner. Par ce moyen on la tiroit du foyer, & si-tôt qu'elle étoit dehors, on la divisoit en plusieurs parties, pesant chacune un demi-quintal.

D'abord que la masse étoit tirée, on remplissoit sur le champ la fosse de poussieres de charbon; on raccommodoit avec de l'argile l'orifice du vent; & on remettoit les soufflets à leur place pour les faire travailler de nouveau.

Il faut une heure pour tirer une masse, ce qui ne se fait pas sans travail & sans sueur. Son poids est en 24 heures de 11 à 12 quintaux. L'espece de fer qui provient de ce travail & de ces fourneaux, n'est pas si crud ni si rempli de parties étrangeres, que celui des autres fourneaux : ce qui est cause, comme on le dit, qu'il n'est pas nécessaire de le cuire de nouveau. On assure que, dès cette premiere fusion, il est ductile & malléable.

Quoique ces trois especes de fourneaux soient de différentes dimensions & grandeur, cependant on n'a pas remarqué jusqu'ici de différence entr'eux, pour ce qui regarde la fusion, sinon que dans les grands fourneaux, on tire une masse toutes les douze heures, & une dans les autres par six heures. Le poids d'une masse dans un petit fourneau, est de 2 quintaux $\frac{1}{2}$ ou 2 quintaux $\frac{3}{4}$. En 24 heures, on fait 20 à 22 charges, à chacune desquelles on met 2 paniers de mine, & une mesure de charbons, dont trois font un sac : voilà la maniere de fondre la mine de fer en Stirie, telle qu'elle m'a été racontée par des gens dignes de foi.

Des hauts fourneaux de Carinthie, appellés Floss-ofen.

LES hauts fourneaux appellés *floss-ofen* sont en usage en Carinthie : ils ne sont pas fort différents des fourneaux Allemands. On tire la mine des montagnes de *Loëllinger* : elle est de couleur châtaigne-brune, partie jaunâtre & rougeâtre. Avant que de la mettre au fourneau, on la calcine avec de menus charbons, qui auroient été peu propres à la fusion. Sur la place destinée à la calcination, on met les bois fendus, afin que les charbons puissent s'allumer plus aisément; sur ces bois, on met de petits charbons, & sur ces charbons de la mine : quand elle est calcinée & refroidie, on la casse en morceaux de la grosseur d'une noix, & on l'éleve au-dessus du fourneau.

Le mur extérieur du fourneau est construit de grosses & fortes pierres, à peu-près de la même façon que ceux d'Allemagne, & de forme quarrée. Chaque côté a 12 ou 14 aunes (3), sur 5 ou 6 d'épaisseur, avec deux

(3) 21 pieds, 24 pieds $\frac{1}{2}$; 8 pieds $\frac{2}{4}$; 10 pieds $\frac{1}{2}$.

voutes;

voûtes, l'une au-devant du fourneau, & l'autre du côté des soufflets : ces voûtes sont soutenues par un arc de grosses pierres dures. Au milieu, on forme la cheminée, dont le mur qui l'environne, est fait de pierres de grais grossieres, tirant sur le rouge, qu'on apporte de *Crain*. Le fond est d'une pierre de la même espece, de 4 pieds en quarré, sur 13 pouces $\frac{1}{2}$ d'épaisseur. La pierre du parois antérieur a quatre pieds de longueur, un & demi de hauteur, & quatre pouces d'épaisseur. Celle dans laquelle on taille, pour ainsi dire, l'orifice du vent, est longue de 5 pieds sur 18 pouces de hauteur, & 20 d'épaisseur ; tout le bas du foyer est fait de la même pierre : on emploie pour le dessus de la pierre grise ordinaire.

On pose le fond horisontalement, les autres pierres dessus, de façon que le foyer ait 24 pouces de largeur & 26 de longueur : ces pierres sont taillées de maniere, que le dessus est plus large que le bas. Par ce moyen, il se trouve à l'élévation de deux pieds & demi du fond, un quarré de deux pieds dix pouces. Plus haut, le foyer & la cavité vont en s'élargissant, non pas en continuant la forme quarrée, mais en prenant la ronde insensiblement. A la hauteur de 9 pieds, le diametre est de 72 pouces. De-là, il va en se rétrécissant jusqu'au-dessus, pour finir en une ouverture quarrée d'un pied seulement. La hauteur du fond au-dessus, est de 24 pieds : le dessus est couvert d'une voûte, pour préserver le tout des pluies & des vents qui dérangent le feu.

L'orifice, pour la coulée du fer, est à droite contre le fond. A gauche & à la hauteur à laquelle monte ordinairement le fer en fusion, il y a une ouverture pour le passage des scories, que l'on fait sortir avant que d'ouvrir la coulée pour le fer. L'orifice du vent est de 14 ou 15 pouces au-dessus du fond, bien au milieu de la longueur du foyer. On le tient d'un pouce plus haut, lorsqu'on veut se procurer de plus grosses masses de métal. Cet orifice, pour le vent, ne se fait point avec de l'argile ; mais on le taille avec exactitude dans la pierre, de façon qu'il est juste au milieu, afin que le vent puisse aller par tout le foyer, qui doit être bâti avec beaucoup de précision. Quand cet orifice est taillé, on y verse de l'eau : si les gouttes coulent vîte dans le foyer, c'est une preuve d'une trop grande obliquité. Si au lieu de couler elles restent en la même place, c'est une marque d'une position trop horisontale. Il faut tailler cette ouverture, de façon que l'eau puisse couler sensiblement, mais lentement : c'est en cela principalement que consiste l'art du Fondeur.

Les Ouvriers prétendent aussi, qu'il est d'une très-grande conséquence que les soufflets soient bien placés : on se sert de soufflets de cuir qui ne sont pas hauts, mais longs.

Un fourneau ainsi bâti à neuf s'emplit d'abord de charbons. Quand ils sont allumés, on les laisse baisser deux fois sans vent, avant que de mettre de la mine : ensuite à chaque charge on met une mesure de mine, de la continence de $\frac{3}{4}$ d'aune cubique, & pesant deux quintaux, avec deux sacs de charbons par-dessus. Quand le tout est baissé, on recommence, & les charges se renouvellent tous les trois quarts-d'heure. Lorsque l'on a fait cinq charges, ce qui demande le temps de trois heures, ou trois heures & demie, il y a dans le foyer assez de fer en fusion pour le couler. Avec un morceau de bois on forme dans du sable un moule d'une grandeur convenable. Avant que d'y laisser entrer le fer, on débouche le trou à gauche, pour se débarrasser des scories. Si elles sont fistuleuses & blanches, c'est une marque que la fusion est bien faite. Si au contraire elles sont d'une couleur brune ou noirâtre, c'est un signe qu'elles contiennent encore beaucoup de fer. Cela indique aussi que le creuzet n'a pas ses justes dimensions, ou que l'orifice du vent manque de l'obliquité convenable.

Après que les scories sont sorties, on débouche l'ouverture pour la coulée du fer ; est-il coulé ? on la referme. Le fer refroidi pese 4 ou 5 quintaux. On continue ainsi le travail, & en coulant toutes les trois heures, ou trois heures & demie, on obtient sept masses, ou 35 quintaux par 24 heures. Chaque coulée consomme 9 ou 10 quintaux de mine, & 8 ou 9 sacs de charbons, un peu plus ou un peu moins, suivant que les charbons sont plus durs ou plus tendres. Si on ne les mêloit pas, on ne pourroit les employer.

Dans un fourneau de cette espece on travaille ordinairement 28 à 33 semaines de suite. Il y a des Fondeurs qui se flattent de donner autant de fer, la premiere semaine de travail, que les autres en ont au bout de trois ou quatre. Le secret, disent-ils, est de faire deux ou trois charges de scories mêlées avec de l'ardoise, lesquelles en fondant enduisent les parois d'une espece de verre. Ils en concluent que dès la premiere semaine on peut mettre la quantité ordinaire de mine.

On pile sous un marteau que l'eau fait mouvoir, les scories pesantes & de couleur noire : on lave ensuite dans l'eau les poussieres pilées. Le fer qui en sort, se remet au fourneau avec la mine, & se mêle à la masse de fer en fusion.

§. XX.

Maniere particuliere de travailler la mine de fer auprès de Flactre, *dans l'Archevêché de* Saltzbourg.

La mine que l'on fondoit dans ce fourneau, étoit en partie noire, brune ou jaune. On en tiroit une grande quantité des montagnes voisines. Ici on la cassoit & la détachoit avec peine : là on la trouvoit abondamment répandue par petits morceaux dans la campagne. La mesure dont on se servoit, étoit longue d'une aune $\frac{1}{2}$ (1), large & profonde d'une aune ; on l'appelloit *Karren*. Mais la petite mesure étoit de $\frac{3}{4}$ d'aune en quarré : il falloit trois de ces dernieres pour en faire une grande ou un *Karren*. On cassoit la mine en morceaux gros comme des noix. Il y en avoit de deux especes ; l'une de meilleure qualité que l'autre. La premiere étoit de couleur brune & jaune : on la mettoit à part, parce qu'on la regardoit comme très-propre à faire de l'acier. La seconde se calcinoit dans une fosse qui lui étoit destinée : on y employoit de gros bois, & un feu assez violent.

Quant au fourneau & à sa construction, le dehors ressembloit aux fourneaux d'Allemagne, & notamment à ceux de Saxe, avec cette différence qu'il y avoit une espece de plancher ou de voûte, au-dessus de l'endroit de la coulée. Cette voûte étoit peu élevée, & seulement à la hauteur de 3 aunes (2). Depuis le fond jusqu'à l'ouverture du dessus, il avoit 24 pieds de hauteur. Le fond avoit une aune $\frac{1}{2}$ en quarré. De-là la cavité s'élargissoit jusqu'à la hauteur de 12 pieds, qui étoit le milieu de ce fourneau. Les côtés quarrés avoient trois aunes. Du milieu du fourneau, la cavité se rétrécissoit en montant, & conservoit sa figure quarrée. Enfin le dessus étoit un quarré, dont chaque côté avoit une aune.

Au-dessus il y avoit une voûte pour garantir le fourneau & le feu des injures de l'air. Le mur intérieur étoit fortifié par un autre mur, fait avec de grosses pierres bien enliées. Le fond étoit un peu incliné vers le devant, afin que lors de la coulée il ne restât point de fer dans le creuset. L'orifice du vent étoit à 13 pouces du fond. Il falloit la plus grande précision pour placer les buzes des soufflets, afin que le vent touchât comme il faut le fer dans le foyer, & le parcourût également. Le mur du foyer étoit fait d'excellentes pierres. Le travail pouvoit durer 20 ou 30 semaines.

Au commencement de la fusion, c'est-à-dire, pendant les trois ou quatre premieres semaines, on n'avoit pas tant de fer que par la suite, lorsque le fourneau étoit échauffé, les murs ayant acquis un certain degré de chaleur. Dans les premieres semaines, on n'avoit que 80 ou 90 quintaux de métal par semaine. Au bout d'un mois & demi on en avoit davantage, au point que dans 24 heures on faisoit 28, 30 & jusqu'à 40 charges. A chaque charge on mettoit une mesure de mine appellée *Kubel*. On ne l'emplissoit pas entiérement : mais quand la mine étoit de nature à fondre facilement, on la mettoit toute pleine. Une telle mesure pleine pesoit un quintal de Vienne & un quart. On mélangeoit souvent les mines pauvre & riche, pour les fondre ensemble. Pendant 24 heures, on consommoit 35 à 50 quintaux de mine calcinée, avec un demi-sac de charbon par chaque mesure ou *Kubel*. On employoit par préférence les charbons durs. On jettoit d'abord les charbons, & sur ceux-ci de la mine, que l'on répandoit également avec un rabot ou un trident. Quatre sacs de charbon faisoient ensemble un faisceau ou un *knippa* ; & deux *knippor* & demi faisoient un *foder*, qui est ce que deux chevaux peuvent traîner aisément.

On renouvelloit les charges tous les trois quarts d'heure ; & après cinq ou six charges on avoit une masse de fer nommée *floss*, du poids de deux quintaux & demi, ou trois quintaux, ordinairement trois quintaux avec la mine dont il s'agit. Par 24 heures on avoit 6 ou 7 de ces masses de fer, c'est-à-dire, 18 ou 20 quintaux poids de Vienne, pour lesquels on brûloit 3 à 5 *knippor* de charbon ; ce qui faisoit par semaine 126, 130 à 140 quintaux de fer crud, même 200. Lorsqu'on employoit de la mine choisie, appellée *mine d'acier*, & 245, 279, 315 à 350 quintaux de mine, suivant sa bonté & sa qualité, avec 44 *knippor*, ou 180 sacs de charbons.

Dans la partie inférieure du fourneau où se ramasse le fer, ou bien à la hauteur de $\frac{1}{4}$ d'aune du fond, le foyer conservoit sa largeur : mais dessous cet espace on mettoit un gros quartier de pierre, de six pouces d'épaisseur, pour servir de fond. On plaçoit de même une pierre au côté droit, contre le fond. On ménageoit une ouverture pour la coulée, dont la grandeur étoit telle que le bras pouvoit y entrer commodément. Au côté gauche, on plaçoit encore une pierre de costiere, qui ne devoit pas être si élevée que celle qui étoit sur la droite. Elle n'étoit élevée sur le fond que d'une demi-aune. De cette façon, sa partie supérieure étoit plus basse d'un quart d'aune. On bouchoit cette ouverture avec de l'argile, afin qu'on pût

(1) 2 pieds 9 pouces. = (2) 5 pieds $\frac{1}{2}$.

l'ouvrir commodément, & faire sortir les scories. Par le moyen de forts crochets de fer, placés bien à fond dans les pierres de côté, on empêchoit que cette pierre ne pût être dérangée. Ces deux pierres se nommoient l'une & l'autre le *parois antérieur*, ou *foerweg*.

Lorsqu'on étoit parvenu au point de pouvoir couler la mine réduite en fusion, on débouchoit ce premier orifice, fermé avec de l'argile; au-dessus de la pierre antérieure, ce qui donnoit une issue aux scories très-fluides, & laissoit à nud la masse du fer. Les scories étoient de couleur verte, limpides, poreuses, fistuleuses, & conséquemment très-légeres. Elles ne paroissoient pas contenir la moindre parcelle de fer. La raison pour laquelle on attachoit cette pierre avec des crochets de fer, étoit de crainte que son dérangement n'occasionnât quelque ouverture quand on ouvroit le passage, destiné à la sortie des scories: car s'il y avoit eû quelque issue, le fer auroit pû couler à contre-temps, au lieu qu'on le retenoit dans le foyer jusqu'à l'entiere évacuation des scories.

Après leur sortie, on débouchoit l'ouverture à droite, par laquelle le fer devoit couler. On lui préparoit un lit dans du sable pur pour le recevoir. Lorsqu'il étoit coulé, on détachoit les matieres qui restoient contre le fond, pour faire sortir tout ce qui étoit liquide. Les Ouvriers disoient que ce qui seroit resté dans le foyer auroit nui à la fusion suivante. On bouchoit ensuite les deux ouvertures avec de l'argile, jusqu'à une autre coulée. On se servoit de soufflets de cuir.

De la maniere d'y purifier le fer crud.

Le fer qui étoit coulé dans ces fourneaux, étoit très-fluide, parce qu'il étoit rempli de beaucoup de soufre, ce qui étoit cause que ni après une premiere fusion, ni même après une seconde dans un foyer de forge, on ne le portoit pas sous le marteau. Il falloit d'abord le fondre dans une espece de foyer de forge, fait comme les foyers purificatoires du cuivre, profond, de forme ronde, d'une aune de diametre sur $\frac{1}{4}$ d'aune de profondeur, & fait de bonnes pierres, qu'on enduisoit d'argile, comme ceux à purifier le cuivre.

La thuyere étoit de fer, & entroit dans le foyer d'un quart d'aune. Elle étoit inclinée de façon que le vent touchât & razât le milieu du foyer. On y plaçoit la masse de fer, & on la fondoit comme dans les forges. On la tenoit en fusion jusqu'à ce qu'on vît que le fer étoit limpide comme du cuivre fondu. Ce travail duroit trois heures.

Après lequel temps, & les charbons brulés, on agitoit fortement cette masse, & lorsqu'elle étoit bien liquéfiée, le maître y insinuoit un ringard froid, non loin de la thuyere, pour sonder si elle étoit assez liquide, & si le foyer étoit également rempli. Quand le fer étoit bien liquide, on voyoit autour du ringard une matiere appellée *span*, comme en pareille occasion on en voit, lorsqu'on soude du cuivre en fusion. Alors on jugeoit qu'il y avoit une grande partie des soufres de dissipée. Au contraire, si le fer n'étoit pas bien liquide, ce *span*, au lieu d'envelopper le ringard, ne s'y attachoit que par places détachées & interrompues. Alors on augmentoit la chaleur jusqu'à ce que tout fût bien liquéfié. On enlevoit ensuite les charbons & les scories qui surnâgeoient, & on laissoit quelque temps le fer à découvert jusqu'à ce que la croute, qui couvroit sa superficie, fût affermie. On jettoit après cela de l'eau dessus, & on en tiroit des morceaux & des lames, comme on fait pour le cuivre. Cet ouvrage duroit quatre heures. En une demi-journée on devoit purifier trois de ces masses, & consommer pendant ce temps, deux *knippor* de charbon. Sur chaque masse de fer crud, on éprouvoit ordinairement un déchet d'un demi-quintal. C'est ainsi que proche de *Flactre*, dans l'Archevêché de *Saltzbourg*, on purifioit le fer, & qu'on lui ôtoit les parties sulphureuses dont il étoit imprégné.

Maniere d'y recuire & purifier ce fer une seconde fois.

On recuisoit le fer de la maniere que nous avons enseignée; & lorsque par ce moyen on l'avoit dégagé de tous les soufres grossiers, on le voyoit sortir plus dur, sans cependant pouvoir être étendu sous le marteau, avant que d'avoir été recuit une seconde fois. Les croutes de fer se grilloient avec du bois dans une espece de foyer de calcination. Il y avoit pour cela trois cheminées de suite, dans lesquelles on poussoit le fer au feu jusqu'à ce qu'il commençât à se liquéfier, y employant principalement la flamme du bois. Ces lames, ainsi calcinées & refroidies, se mettoient en fer à la maniere ordinaire, ce qui s'appelloit *auffhitzen*. A chaque fois, on liquéfioit un quintal & 22 livres de fer crud, poids de Vienne, ce qui se faisoit dans des foyers de forge, comme on a coutume de le pratiquer en Bohême & en Saxe. Un quintal & 20 livres de fer crud, poids de Vienne, rendoient un quintal, même poids, de fer purifié, & étendu sous le marteau: ce qui annonce que le déchet étoit d'un sixieme par quintal. On mettoit ce fer en paquets de deux quintaux ou deux quintaux & demi, lesquels s'appelloient *sohm*. Quatre de ces *sohm*, ou dix quintaux, se nommoient *muler*. On trouvera la

maniere, après ce premier travail, de faire de l'acier avec le fer dont il s'agit.

§. XXI.

Maniere de traiter la mine du fer, suivant Agricola.

Je crois qu'il ne sera pas inutile de rapporter ici la méthode de fondre & de recuire la mine du fer, telle qu'Agricola nous l'a transmise. Cette description servira à pouvoir comparer la nouvelle méthode avec l'ancienne : car je veux mettre sous les yeux du Lecteur toutes les façons connues de travailler la mine du fer. Voici les propres paroles d'Agricola.

« La mine de fer, qui est bonne, se cuit » dans un fourneau presque semblable à ceux » de la seconde espece. Son foyer est haut » de trois pieds & demi, long & large de » cinq pieds. Au milieu, il y a un creuset » haut d'un pied & large d'un demi-pied, » quoiqu'à vrai dire, il puisse être plus haut » ou plus bas, plus large ou plus étroit, » suivant que la mine est plus ou moins ri- » che. Le maître doit regler la mesure de » la mine suivant qu'elle est riche, & ne doit » pas moins se connoître que veiller à cette » partie.

» D'abord, il jette des charbons dans le » foyer, & de la mine de fer pulvérisée par- » dessus. Il l'arrose de chaux non éteinte, » autant que la mesure de fer en contient. » Ensuite, il jette des charbons, puis de la » mine, & continue jusqu'à ce qu'il ait un » amas assez considérable. Enfin, après » avoir donné le feu, il en augmente l'action » par le vent des soufflets, placés avec art, » & il cuit la mine : cette opération peut » durer 8, 10, & quelquefois 12 heures. » Pour garantir son visage du feu, il le cou- » vre entiérement de son chapeau, dans » lequel on ménage des trous, par lesquels » il peut voir & respirer.

» Il faut que vers le foyer, il y ait une » bascule, par le moyen de laquelle il arrête » ou retarde le mouvement de l'eau & des » soufflets ; ce qu'il ne manque pas de faire » lorsqu'il met de la mine & des charbons, » ou lorsqu'il tire les scories : de cette façon, » le fer fond & se ramasse en un morceau » de deux ou trois quintaux, suivant que la » mine est riche.

» Alors le maître débouche, avec un rin- » gard, l'ouverture pour le passage des sco- » ries : & lorsqu'elles sont toutes évacuées, » il laisse un peu refroidir la masse de fer. » Après cela, le Maître & ses Aides soule- » vent la masse avec des ringards, & la tirent » dehors sur la terre. Ils la frappent avec des » masses de bois, dont les manches sont » petits, mais de cinq pieds de longueur ; » tant pour détacher les scories qui y tien- » nent encore, que pour en rapprocher les » parties & l'étendre : si on la portoit sur le » champ au gros marteau que l'eau fait » mouvoir ; elle se mettroit en pieces.

» Cependant peu après, on la saisit avec » des tenailles, on la porte au marteau ; & à » l'aide d'un ciseau que l'on tient entre le » marteau & la masse, on la partage en 4, » 5 ou 6 morceaux, suivant qu'elle est plus » ou moins grosse. On recuit ces morceaux » dans un autre foyer, & on les porte suc- » cessivement sous le marteau, où l'Ouvrier » en fait des masses quarrées, des socs, des » bandes, mais sur-tout de petites barres, » dont 4, 6 ou 8 pesent la cinquieme partie » d'un quintal, & dont on fabrique différents » instruments.

» A chaque coup de marteau, un enfant » laisse couler de l'eau sur le fer chaud, ce » qui est cause du grand bruit qu'on entend » au loin. La masse ôtée du creuset dans » lequel le fer étoit en fusion, il reste un peu » de fer dur, lequel se bat difficilement. On » s'en sert pour ferrer des pieux, & pour » d'autres ouvrages qui demandent du fer » de cette qualité : voyez la *Planche XX.*

» *A*, est le foyer. *B*, le tas de charbon & » de mine. *C*, l'ouverture pour sortir les sco- » ries. *D*, la masse. *E*, les marteaux de bois. » *F*, le marteau. *G*, l'enclume. Quant à la » mine de fer cuivreuse & brûlée, comme » elle fond difficilement, il faut plus de tra- » vail & plus de chaleur. Non-seulement il » faut la casser avec des marteaux, pour en » séparer les parties dénuées de métal ; mais » il faut la calciner pour dissiper les autres » métaux, & les sucs nuisibles. Il faut en- » suite la laver, pour séparer les parties pe- » santes des légeres, & la cuire dans un » fourneau semblable au premier, mais plus » ample & plus haut, afin qu'il puisse conte- » nir beaucoup de mine & de charbons. On » se sert de l'escalier, qui est à côté du four- » neau, pour jetter par le dessus la mine » mise en morceaux, comme des noix, ainsi » que les charbons. Avec la mine, qu'on est » obligé de cuire une & deux fois, on fait » un fer propre à être porté au foyer de la » forge, & propre, après qu'il a été étendu » sous le marteau, à être coupé avec un » ciseau, en plusieurs parties. *A*, est le four- » neau. *B*, les dégrés. *C*, la mine. *D*, les » charbons. ».

§. XXII.

Essai de fondre la mine avec du bois mis en menus morceaux, & de la terre combustible mêlée avec des charbons.

En 1726, on a éprouvé en Suede d'employer

ployer des bois fendus, mêlés avec une certaine quantité de charbons, au lieu d'user de charbons seuls, pour fondre la mine. On sçait que les bois, à moitié cuits, sont d'un excellent usage pour fondre le fer dans les fourneaux de fusion : c'est ce qui a engagé à tenter, si ce mélange pourroit être de quelque utilité ; si par ce moyen, on épargneroit du charbon ; & si une flamme vive auroit plus d'efficacité pour fondre la mine, que le feu caché des charbons. On dit qu'on tenta la même chose en Russie il y a quelques années, avec une espece de succès. Mais pour mieux juger de l'effet de la flamme vive sur la mine, j'ai cru devoir rapporter ici tout au long, le progrès de la fusion opérée pendant l'essai : on y verra la dépense & le produit jour par jour, & comment tout s'est passé les premiers & les derniers jours.

Jours. Janv.		Paniers de mine.	Charges.	Masses de fer par jour	Poids de marine.
7	Le fourneau plein de charbon avant que d'y donner le vent.		10	0	0
			14	0	0
			24		
23	Avec le vent.	12	15	0	0
24	. . . . .	12	15	2	$4\frac{1}{2}$
25	. . . . .	12	15	1	$3\frac{1}{4}$
26	. . . . .	13	15	1	3
27	. . . . .	13	15	1	$3\frac{1}{4}$
28	. . . . .	14	15	2	8
29	. . . . .	$14\frac{1}{2}$	14	1	$4\frac{1}{2}$
	1e. Semaine.	$90\frac{1}{2}$	104	8	$26\frac{1}{2}$
30	. . . . .	14	14	2	9
31	. . . . .	14	14	2	8
1	Février.	14	14	2	$8\frac{3}{4}$
2	. . . . .	14	13	2	$8\frac{1}{4}$
3	. . . . .	$14\frac{1}{2}$	14	3	$11\frac{1}{4}$
4	. . . . .	15	14	2	$7\frac{3}{4}$
5	. . . . .	16	14	2	9
	2e. Semaine.	$101\frac{1}{2}$	97	15	62
6	. . . . .	$16\frac{1}{2}$	13	3	$12\frac{3}{4}$
7	. . . . .	17	14	2	$8\frac{1}{2}$
8	. . . . .	18	13	2	$8\frac{1}{2}$
9	. . . . .	$18\frac{1}{2}$	13	2	$8\frac{1}{2}$
10	. . . . .	19	13	3	$13\frac{1}{4}$
11	. . . . .	20	13	2	$8\frac{3}{4}$
12	. . . . .	$20\frac{1}{2}$	13	2	$9\frac{1}{2}$
	3e. Semaine.	$128\frac{1}{2}$	92	16	$69\frac{1}{2}$
13	. . . . .	22	14	2	$9\frac{1}{2}$
14	. . . . .	$22\frac{1}{2}$	14	3	$13\frac{1}{2}$
15	. . . . .	23	13	2	$9\frac{3}{4}$
16	. . . . .	23	14	2	$10\frac{3}{4}$
17	. . . . .	23	13	2	$10\frac{1}{4}$
18	. . . . .	23	13	3	$15\frac{1}{4}$
19	. . . . .	23	13	2	$9\frac{3}{4}$
	e. Semaine.	$159\frac{1}{2}$	94	16	$78\frac{1}{4}$

RÉCAPITULATION.

	Charges.	Lestes de charbons.	Mesures de bois	Paniers de mine.	Poids de marine en fer.
3e. Semaine.					
1re. Fusion......	92	107 0	0	1700 ½	69 ½
2e. Fusion......	105	122 6	0	2047 ½	60 ¾
3e. Fusion......	134	78 2	28	2038	77 ½
4e. Semaine.					
1re. Fusion......	94	109 8	0	2134 ½	78 ¾
2e. Fusion......	105	122 6	0	1995	61 0
3e. Fusion......	131	76 5	28	2096	78 0
3 & 4e. Semaines ensemble.					
1re. Fusion......	186	216 8	0	3835	148 ¾
2e. Fusion......	210	245 0	0	4042 ½	121 ¾
3e. Fusion......	265	157 7	56	4134	155 ¼

Par le moyen de la Table qui précede, on peut voir combien on a fait de charges par jour, combien on a usé de mine & de charbon, combien on a eu de fer par jour & par semaine : on peut aussi voir le produit de la chaleur occasionnée par le mélange du bois & du charbon, comparé avec celui de la chaleur produite par les seuls charbons. Il faut observer que le bois doit être très-court, pour pouvoir le mieux mêler avec les charbons : il doit aussi être très-sec.

On a dû observer dans la même Table ; 1°. que si on mêle du bois avec le charbon, on fait plus de charges dans le même espace de temps, par exemple, dans la troisieme semaine, avec le mélange de bois & de charbon, il y a eu 134 charges ; & en se servant de charbons seuls, il n'y en auroit eu que 92 ou 105 au plus. De même, dans la quatrieme semaine, il y a eu 131 charges ; & avec des charbons seuls, il n'y en auroit eu que 94 ou 105. Veut-on réunir ensemble ces deux semaines ? on voit qu'il y a eu 265 charges, & qu'il n'y en auroit eu que 210 avec des charbons seuls. Il faut croire que cette différence est causée, parce que les charbons mêlés à un feu de flamme, ont brûlé plus vîte. Or, les charbons étant plutôt consumés, il a fallu plus de charges : il arrive aussi que l'effet & la force du vent sont augmentés par un feu de flamme.

2°. Quoiqu'il y ait eu plus de charges, on n'a cependant consommé que la même quantité de charbon, le bois compris, dans le même espace de temps ; car, suivant le calcul, on a brûlé 154 lestes, & 7 tonnes de charbon, avec 56 mesures de bois secs & coupés, appellées *stafrum*. Si on réduit une mesure de ce bois en charbon, de maniere qu'elle équivale à 17 tonnes, on aura brûlé 233 lestes & 11 tonnes, au lieu que, suivant la méthode ordinaire ; on auroit consommé 216 à 245 lestes de charbon.

3°. L'expérience nous apprend, que la même quantité de charbon, mélangée de bois, a pendant le même temps fondu une plus grande quantité de mine, que si on ne s'étoit servi que de charbons seuls : on a employé 4134 paniers de mine, &, suivant la méthode ordinaire, 3835 ou 4042 ½ ou environ.

4°. Que le produit en fer a conséquemment été plus grand. En mêlant du bois, on a eu 155 poids ½ de marine de fer crud, tandis qu'à la maniere ordinaire, on n'en auroit que 121 ¾ à 148 ¼ ; d'où il est aisé de voir qu'il y a eu une différence de 20 à 25 poids de marine.

Mais il y en a eu aussi une considérable entre les produits en fer des troisieme & quatrieme semaines, relativement à la quantité de mine employée ; car pendant le même espace de temps, on a eu, dans l'une, 148 poids ½ de marine en fer, avec 3835 paniers de mine, & dans l'autre 121 poids ¾ de marine en fer, pour 4042 paniers ½ de mine. La raison de cette différence paroît venir, ou de la différente qualité de la mine, ou de ce qu'il s'étoit attaché du fer ou de la mine aux parois du fourneau, qui, par l'augmentation de la chaleur, est enfin fondue & tombée dans le foyer. Concluons-en qu'il est très-difficile d'établir une regle précise à ce sujet, si ce n'est après avoir recommencé souvent cette expérience, & l'avoir continuée jusqu'aux 5, 6 & 7 semaines.

On peut aussi en conclure dès-à-présent, 1°. qu'on peut faire 100 poids de marine en fer, avec 150 lestes ⅓ de charbons ; car alors les bois sont réduits en charbons, au lieu que, suivant la méthode ordinaire, on peut faire la même quantité de fer avec 147 lestes de

charbon. 2°. Suivant l'épreuve, pour ces 100 poids de marine en fer, on uſe 2661 paniers de mine; au lieu que ſuivant la méthode ordinaire, on a eu la même quantité de fer, avec 2591 paniers de mine, quoiqu'à la ſeconde fois, on en ait employé davantage, c'eſt-à-dire, 3313, ſuivant la Table. De-là, & eu égard à la premiere fuſion, il n'y a preſque pas eu de différence; mais eu égard à la ſeconde, elle eſt très-grande : juſqu'à préſent, on peut donc conclure que l'ancienne méthode de n'employer que des charbons ſeuls, eſt préférable.

Autre eſſai de fondre la mine de fer avec de la terre combuſtible.

Quelques perſonnes, ont auſſi tenté de fondre les mines de fer & d'argent, avec de la terre combuſtible. Ils ont réuſſi, à ce que l'on dit, au point d'employer une moitié, & enſuite deux tiers de cette terre, avec les charbons : mais au moyen d'un feu ſec & concentré : ils commençoient par chaſſer de cette terre les ſoufres, & les huiles malignes & fœtides. On ajoute, que 4000. morceaux de terre crue, ont donné environ deux *fuders* de terre brûlée, privée de ſoufres; & que les cendres ou charbons, après le grillage, ſont d'autant meilleurs qu'ils ſont reſtés plus long-temps en feu, c'eſt-à-dire, depuis 30 juſqu'à 72 jours, & s'ils ont été, lors de la cuiſſon, couverts de beaucoup de pouſſiere, de façon que leurs ſucs nuiſibles aient pû s'évaporer lentement & par dégrés.

Chacun ſçait que cette terre marécageuſe, bourbeuſe & pourrie, rend un très-grand ſervice pour l'évaporation de différents ſels; le commun, par exemple, le vitriol, l'alun; & qu'on l'emploie auſſi dans tous les fourneaux où le feu frappe le deſſous & les côtés des chaudieres de cuivre. Elle eſt encore d'un grand uſage dans les cuiſines & ailleurs: mais il reſte encore à ſçavoir, ſi cette terre combuſtible eſt auſſi utile dans les fourneaux qui demandent un feu violent, capable de dompter les métaux qui y ſont expoſés à nud, & de les mettre en fuſion.

Les morceaux de cette eſpece de terre, étant, comme on l'a remarqué après le grillage, extrêmement légers; ſont aiſément chaſſés & pouſſés par le vent, ſur-tout quand il eſt violent; & notamment s'ils ſe trouvent vis-à-vis de la thuyere, & qu'ils ne deſcendent pas le long des parois : ce qui les fait diſſiper en flamme & en fumée. Si d'ailleurs, par le moyen du feu, on ne purge pas cette terre de ſes ſoufres groſſiers & impurs, elle communique ſes vices aux métaux, principalement au fer qu'elle empoiſonne, pour ainſi dire, de ſon venin; & quoiqu'à l'aide d'un feu lent & couvert, on expulſe une partie de ſon huile & de ſes ſoufres : cependant, il lui en reſte encore trop, pour oſer expoſer à ſon action de la mine, ſur-tout celle de fer, qu'elle couvre d'une eſpece de croûte impure & ſabloneuſe.

Il y a trois principales eſpeces de cette terre combuſtible & marécageuſe. L'une vient des racines des plantes, & des branches d'arbres, qui ne ſont pas encore bien pourries. Cette eſpece étant brûlée, ne donne pas tant de ſubſtance charbonneuſe, parce que les filaments délicats des racines, & les autres parties des plantes abandonnent leurs enveloppes & leurs écorces, ce qui eſt cauſe que le feu qui en provient, n'a pas grande ardeur. La ſeconde eſpece eſt auſſi formée de racines, mais pourries & converties en une eſpece de terre, mêlée d'autres matieres bourbeuſes, qui, par la combuſtion ſe convertit en une eſpece de cendres ou de matiere ſtérile. La troiſieme doit ſon exiſtence aux ſeuls ſédiments des eaux marécageuſes qui ſe ramaſſent & s'agglutinent dans des puits creuſés dans un marais. Cette troiſieme eſpece preſſée & miſe en forme de brique, ſemble donner un feu plus ardent : quant à ſon utilité dans les foyers de fourneaux, on peut conſulter le Tome où je traite des Mines d'Argent.

§. XXIII.

Maniere de faire de l'acier dans les Indes avec du fer forgé.

Quelques Voyageurs rapportent, que les Japonois ayant mis le fer en barres, ils le plongent dans des lieux marécageux, & l'y laiſſent juſqu'à ce que la plus grande partie ſoit rongée par la rouille. Ils le retirent alors, & le battent de nouveau : puis ils le remettent dans le marais pendant 8 à 10 ans, juſqu'à ce que l'eau en ait diſſout tous les ſels : la partie de fer qui reſte, reſſemble, dit-on, à de l'acier, & ils en font des ſocs de charrue, ainſi que tous leurs autres inſtruments & uſtenſiles.

Dans la partie orientale de l'iſle des Célebes, & dans la contrée de *Tombaco*, on dit qu'on fait du fer qui ſe recuit, & qui s'éteint à pluſieurs fois : ce que l'on continue juſqu'à ce qu'il ait acquis la dureté de l'acier, ce qui en procure d'une eſpece excellente, à laquelle l'eau elle-même contribue. Extrait de *Rumphius* dans le *Muſæum* de Valentin.

Il y a d'ailleurs une tradition qui nous apprend que les Chinois & les Japonois ont l'art d'adoucir le fer, au point de lui faire recevoir les figures & impreſſions que l'on veut, tout de même que ſi c'étoit du plomb; & qu'enſuite ils lui rendent ſa premiere dureté. Béchet ſe vante auſſi d'avoir eu le même ſecret : c'eſt ce qui m'a déterminé à

en parler ici. Au reste, nous aurons occasion de voir, par la suite, la méthode d'adoucir le fer, qu'enseigne le sçavant & très-ingénieux M. de Reaumur.

§. XXIV.

De la maniere de convertir le fer crud en acier, tant en Suede qu'ailleurs, par le seul travail dans un foyer de forge.

J'AI long-temps balancé, si je m'en tiendrois à enseigner le travail de la mine & du fer, sans parler de celui de l'acier. A la fin, j'ai cru qu'il ne seroit pas hors de propos d'expliquer seulement ici les méthodes de convertir le fer crud en acier, sans entrer dans le détail de la maniere, dont, en plusieurs endroits, on se procure de l'acier avec du fer forgé.

Quant au premier objet, c'est-à-dire, la conversion de fer crud en acier, je crois que voici la véritable place d'en parler, parce que cette conversion se fait dans un foyer de forge, & avec le même feu qui sert à l'affinage du fer : il auroit donc paru, que quelque chose manquoit à cet ouvrage, si j'avois obmis d'y insérer les différentes méthodes en usage, pour se procurer de l'acier avec du fer crud.

Quant à l'autre objet, je veux dire la conversion du fer forgé en acier, c'est un travail tout différent. Le fer est déja purifié ; on l'a fait passer par les différents dégrés de chaleur, qui lui ont donné la qualité de fer pur; &, vû cette différence, je n'aurois pas manqué de traiter séparément les différentes méthodes employées pour parvenir à l'une & l'autre fabrique d'acier ; mais le sçavant & laborieux M. de Reaumur ayant, dans son Livre précieux, & à la suite d'une multitude d'expériences choisies, donné la méthode de convertir en acier le fer forgé ; lorsque nous en serons-là, je ne ferai que quelques additions, pour faire voir quels sont les différents usages reçus à cet égard en différents pays : mais nous en parlerons ailleurs.

Comme il est dans notre plan d'étudier la nature du fer, par les différentes expériences que l'on a faites à son sujet, je me contenterai de rapporter, ainsi que je viens de le dire, les différentes méthodes de convertir le fer crud en acier, sur lesquelles M. de Reaumur, dans son Ouvrage admirable, a gardé le silence, ou ne s'est expliqué que très-légérement. Dans le paragraphe suivant, je rapporterai la maniere d'adoucir le fer fondu, telle que M. de Reaumur nous l'a donnée.

Non loin d'*Ehdemohre*, en Dalécarlie, aux environs de *Wik* ou de *Trollbo*, on a fait un très-bel établissement ; dans lequel, par le moyen du feu & du vent, on convertit le fer crud en acier dans un foyer de forge. Le fer crud, qui est très-propre, se fond dans un fourneau, aux environs de *Wikmanshyttan*. La mine se tire d'une miniere peu éloignée, appellée *Bisberget*. Cette mine est d'une nature excellente : le fer qui en provient, est très-estimé, & propre à être converti en acier. La mine est noire, peu compacte & composée d'une infinité de petits grains, qui, broyés entre les doigts, se reduisent aisément en poussiere. Elle est très-lourde, & donne un fer très-tenace, qui n'est composé que de fibres & de tendons. Du fourneau de fusion qui est à *Wikmanshyttan*, on transporte le fer crud à *Trollbo*, où on le convertit en acier. La cheminée construite pour ce travail, est tout-à-fait semblable à celle d'une grosse forge, élevée, & se rétrécissant jusqu'à l'ouverture du dessus, par où sortent les fumées & les étincelles.

Le foyer, pour recuire le fer crud, est de la même figure qu'un foyer de forge : il est seulement un peu plus petit. Sur l'aire de la cheminée, il y a un endroit destiné pour y placer des charbons. Les parois du foyer sont faits avec des lames de fer fondu, ainsi que le fond, pour lequel on choisit une lame plus épaisse. La thuyere est de cuivre, & doit être artistement placée sur une des lames de côté. La largeur du foyer, est d'environ 14 pouces ; la longueur est plus grande : au reste, elle est indifférente. De la levre inférieure de la thuyere, jusqu'au fond du foyer, il y a six pouces & demi. Il faut observer très-exactement ces dimensions pour sa position, & pour la construction du creuset. C'est en cela principalement, que l'art & le secret de convertir le fer crud en acier consistent : sans ces précautions rigoureuses, le travail ne peut réussir. A la partie antérieure du foyer, il y a une ouverture oblongue pour l'écoulement des scories superflues : on s'en sert aussi pour y passer des ringards, lorsqu'il s'agit de lever du foyer la masse de fer fondu, que l'on appelle *smeltan*.

Comme on l'a déja dit, la thuyere est à 6 pouces $\frac{1}{2}$ du fond. On lui donne très-peu d'inclinaison, & elle en a assez, pourvû que de l'eau mise sur sa partie platte, puisse couler du coté du foyer. Une ligne droite, prolongée suivant cette inclinaison, n'aboutiroit pas, comme dans les autres foyers de forge, à l'endroit où le fond se termine vers le contrevent, mais elle iroit au pied du contrevent. La bouche de la thuyere est platte dans le bas, & ronde dans le dessus, de même que dans les autres forges, avec cette différence qu'elle est plus petite & moins ouverte. *Voyez la Planche XXI. AB* est moindre que dans les autres foyers. Les buzes des soufflets

soufflets sont ici posées plus haut. Il faut beaucoup d'adresse & d'expérience pour placer la thuyere, de même que les buzes des soufflets, avec toute la précision requise.

Il faut encore beaucoup plus d'art, à ce que disent les Maîtres Ouvriers, pour donner aux soufflets un mouvement égal & uniforme, & pour distribuer le vent comme il convient. Ils ajoûtent que si par hazard les soufflets, la thuyere, ou les buzes, sont un peu dérangés de cette précision, tout habile que l'on puisse être, on ne parviendra pas à convertir le fer crud en acier; ce qui est cause que les soufflets, & leurs équipages, sont attachés si fermement qu'aucun mouvement ne peut les déranger. Il faut aussi que l'eau qui fait mouvoir la roue, tombe sur cette roue, & ne la frappe pas de côté, parce que la force de l'eau en est plus grande, & le vent plus fort & plus égal. Si la thuyere est trop inclinée, de façon que le vent rase le fond, le fer qui est dessus, fera, dit-on, brûlé par l'action combinée de la flamme & du vent: car dans notre opération on ne couvre pas le fond de scories, comme on le fait dans les autres forges; il est exposé à être rongé par un feu sec, au point qu'il ne peut y résister que pendant quinze jours ou trois semaines, après quoi il faut le renouveller. On voit aussi que le vent ronge & creuse le parois qui lui est opposé & qui en est frappé; ce qui fait que l'on est de même obligé de le renouveller très-souvent. On ne travaille à notre ouvrage que le jour, & chaque jour on fait trois ou quatre cuites.

Tous les matins, quand on commence l'opération, on met dans le foyer des scories, ensuite des charbons, avec une légere portion de poussiere de charbons. On couvre le tout de fer crud. Le meilleur, & le plus propre à la conversion en acier, est celui qui a été coulé, ou coupé en petits morceaux. On remet des charbons sur ce fer crud, & on tient les morceaux dans le feu, jusqu'à ce qu'ils soient d'un rouge-blanc, ce qu'on appelle *blanc de lune*. Il ne faut pas qu'ils restent assez de temps au feu pour qu'ils commencent à fondre. Quand donc le feu les a bien pénétrés, on arrête le vent, & on porte sous le marteau la masse enflammée. Le poids du marteau est de 18 à 20 grandes livres, ou *lispund*. A l'aide de ce marteau, on met la masse en menus morceaux, & on la fait battre jusqu'à ce que les plus gros ne pésent plus que 3 à 4 livres. Si le fer est cassant à chaud, ou ce qui est le même, s'il a beaucoup de soufres, il se met en morceaux aussi aisément que du verre: mais si c'est un fer tenace à chaud, & cassant à froid, il faut bien du temps & des coups de marteau pour le mettre en pieces. On remet sous le marteau celles que l'on juge trop grosses.

On reporte ensuite au foyer ces morceaux informes & grossiers, & on les y place de façon, qu'ils soient, pour ainsi dire, à l'œil & sous la main de l'Ouvrier pour les pouvoir plonger dans le feu quand il le faut. Il tire d'abord dans le foyer une partie de ces morceaux, & les couvre de charbon. Pendant ce temps les soufflets vont plus lentement, parce qu'il faut un vent modéré jusqu'à ce que le fer soit liquéfié. De son côté, l'Ouvrier armé d'un ringard pointu, sonde les angles du foyer pour sçavoir s'il n'y a point de morceaux qui y soient cachés, ou bien hors de la sphère du vent. Quand il en trouve, il les retire & les ramene au vent. Lorsque le fer est liquéfié au point d'occuper le fond du foyer, comme feroit une matiere fluide, on augmente le vent. Il faut employer toute son attention à connoître au juste le point auquel il est propre à être converti en acier, & celui auquel il est dans un état mitoyen entre le fer & l'acier. On s'en assûre par quelques indices, soit en le sondant avec un ringard, soit aux étincelles qui, provenant du fer & des scories, passent à travers les charbons & la flamme. Au commencement de l'opération, la flamme est d'un noir jaunâtre; ensuite elle s'éclaircit & blanchit, sur-tout lorsque les scories sont sorties.

Quand le fer a été tenu assez long-temps en fusion, on laisse écouler les scories dans une fosse en forme de puits, pratiquée au pied de la cheminée. A peine sont-elles sorties que le fer se durcit. On sonde de nouveau l'état de la liquation, afin de juger si le fer est encore assez mol pour se laisser pénétrer par le ringard, ou bien s'il lui résiste; c'est-à-dire, afin de connoître s'il a acquis la dureté de l'acier. Cela fait, on tire dans le foyer de nouveaux morceaux pour les joindre aux premiers, qui sont déja recuits. On les fond de même que les autres l'ont été, & en continuant ainsi successivement, on augmente la masse qui est dans le foyer. On y remet encore une troisieme & une quatrieme fois de nouveaux morceaux de fer crud, en sorte que pendant quatre heures on fait quatre fusions différentes, & l'on augmente la masse au quadruple. Enfin, on a une masse d'acier du poids d'environ 4 ou 5 grandes livres, *lispund*, ou de 100 petites.

Lorsqu'on juge que cette masse a été assez long-temps travaillée par le feu, on la souleve à l'aide d'un ringard, que l'on insinue à cet effet dans l'ouverture pratiquée au dessous du foyer. Elle paroît alors de forme ronde, un peu creuse dans le dessus. Tirée du foyer, on la porte sous le marteau pour d'abord en rapprocher les parties, & ensuite la couper en quatre avec le secours d'un ciseau, presque de la même maniere qu'on le pratique dans les forges. A chaque travail,

on n'a pas une masse d'un poids égal : elle est tantôt plus grosse, tantôt plus petite ; c'est ce qui fait qu'on la divise en 3, 4 ou 5 portions, suivant qu'elle le demande. Il en sort, comme à l'ordinaire, des étincelles très-subtiles, quelquefois même en grande quantité, d'un endroit plûtôt que d'un autre ; mais elles ne vont pas loin.

Quand on fond le fer pour le convertir en acier, si le vent est inégal, si la thuyere n'est pas bien posée, ou s'il y a quelque autre dérangement, il arrive qu'il n'y a point de scories dans le foyer, ce qui est cause que le fer se met difficilement dans une fusion bien liquide. Ce menstrue manquant, le fer brûle & acquiert de la fragilité, ce qui le rend d'une médiocre qualité. Pour remédier à cet inconvénient, on met dans le foyer une ou deux pelletées de sable de riviere. Le fond ne résiste pas long-temps aux scories qui s'y attachent ; ce qui occasionne une perte & un déchet sur l'acier.

Après que la masse a été coupée sous le marteau en quatre morceaux, on les replace au feu du foyer pour y être chauffés ; & lorsqu'ils ont acquis le degré de chaleur convenable, on les met en barres sous le marteau ; ce qui se fait pendant qu'on fond de nouveau le fer crud dans le foyer. De ces morceaux coupés, on en met d'abord deux dans le feu, l'un plus proche du vent que l'autre. Lorsque le premier est chaud, on le porte sur l'enclume, où il est, à coups de marteau, allongé de moitié. Pendant ce temps-là on substitue à sa place, & on rapproche du vent le second morceau, qui étant chauffé convenablement, est à son tour porté sous le marteau. On en fait autant pour les deux autres morceaux, après quoi on bat l'autre extrémité qui reste à allonger, donnant à chacun de ces morceaux la forme d'un barreau quarré, de 15 lignes par face, sur 4 ou 5 pieds de longueur. On appelle alors ces morceaux *Smeltarestaul*, ou *acier de fonte*. Il n'est pas nécessaire pour cette premiere façon que les barres soient forgées avec exactitude, parce qu'il faut qu'elles soient encore battues & rebattues. Leur extension sous le marteau se fait comme dans les forges ordinaires.

L'acier que l'on veut battre sous le marteau, ne veut pas être chauffé au blanc, mais seulement d'un rouge tirant sur le blanc ; ce qui fait que la couleur de l'acier, chauffé à propos, differe de celle que l'on donne au fer. Les coups de marteau doivent être plus précipités. Au sortir du forgeage, on jette l'acier dans une eau courante, afin qu'il puisse plus facilement être mis en morceaux ; car il faut le casser de nouveau en petits morceaux, comme nous le dirons ci-après. L'acier crud qui n'a encore eu qu'une cuisson, n'a pas encore la vraie qualité de l'acier, Il ne montre pas encore dans sa cassure les petits grains qu'il doit avoir. Quelquefois on apperçoit au centre un cercle plus ou moins grand, d'une couleur obscure, & composé de grains de la même nature.

On porte cet acier grossier & crud dans un autre foyer voisin, dans lequel on le travaille pour le purifier, & lui procurer ces grains très-fins. Pour cela, on le bat à plusieurs reprises. Dans cet attelier il y a un marteau du poids d'environ deux grandes livres & demie, *lispund*, & une enclume avec son stoc, en Suédois *stæstok*, placée proche de terre. Vis-à-vis le stoc il y a une selle à trois pieds, sur laquelle l'Ouvrier est assis pour tourner & retourner habilement la barre. L'arbre qui fait mouvoir le marteau, a douze dents, qui le font battre si vîte que l'œil n'en peut suivre les coups, lesquels sont presque aussi précipités que les battements d'une petite montre. Qu'on juge de-là s'il faut un habile Ouvrier pour façonner sous le marteau une barre d'acier.

Dans ce même attelier, il y a une petite cheminée & un foyer, tant soit peu différents de la cheminée & du foyer que nous venons de décrire. La thuyere est posée comme dans le premier foyer. Elles ont l'une & l'autre la même grandeur, la même forme, le même orifice. L'ouverture de celle-ci est seulement un peu plus élevée ; voyez la *Planche XXI. AB* est un peu plus grand, de sorte que son orifice ressemble à un demi-cercle, au lieu que dans le premier foyer il ressemble à un segment d'ovale. Depuis la thuyere, qui s'appelle *forme*, jusqu'au fond du foyer, il n'y a que deux ou trois pouces. Le foyer a 11 ou 12 pouces de largeur, sur 14 à 16 de longueur. On ne demande point pour ce foyer une si grande précision que pour l'autre. Il importe peu que la thuyere, qui est de cuivre, soit placée un peu plus ou un peu moins haut. Au-devant de la cheminée il y a une ouverture de figure oblongue pour la sortie des scories, & au-dessous un petit puits pour les recevoir.

L'acier grossierement cuit dans le premier foyer & forgé en barres, se casse en morceaux pour être mis dans le second foyer. Il est facile de le mettre en pieces : pour cela il suffit de le laisser tomber sur quelque corps dur, ou bien on se sert d'un marteau, parce qu'ayant été éteint dans l'eau, il a acquis de la dureté & de la fragilité. On arrange ces nouveaux morceaux avec un certain ordre, représenté dans la *Planche XXI.* D'abord on en pose deux, coupés de la largeur du foyer, en guise de chenets, sur lesquels on en met 7 ou 8 autres *C, C, C, C*, suivant la longueur de ce même foyer ; on les charge encore d'autres mis en travers sur les seconds. Il est indifférent que ces morceaux

soient ou non de la même longueur ; mais il est essentiel de prendre garde qu'ils ne se touchent par les côtés : cela les gâteroit, à ce que l'on dit. Sur cette espece de grillage on met un panier de charbons choisis ; on donne ensuite le feu & le vent. Comme ce grillage est sur la thuyere, le vent qui passe à travers les interstices, fait un grand bruit.

Au bout d'une demi-heure ou de trois quarts d'heure, ces morceaux ainsi rangés l'un sur l'autre, peuvent être assez chauds. On arrête alors le vent, & on les tire du foyer, les uns après les autres. On prend d'abord celui de dessus, qui est sous la main ; on le porte sur le champ au marteau pour y être forgé en petits barreaux, de longueur inégale, depuis un demi-pied jusqu'à deux pieds. Deux Ouvriers sont assis proche de l'enclume sur leurs selles à trois pieds ; l'un d'un côté du marteau, l'autre de l'autre ; & quand le morceau qu'on a apporté sous le marteau, est étendu & façonné d'un bout, l'Ouvrier qui est du côté façonné le saisit avec célérité, & forge & façonne l'autre bout ; en sorte que chaque morceau est battu dans toute sa longueur tout de suite. Pendant qu'il est encore chaud, on le jette sur le champ dans le bâche (1), rempli d'eau courante, pour qu'il y prenne la dureté de l'acier. On n'y jette pas les deux gros morceaux qui ont servi de supports. Ensuite on met tous ces morceaux, façonnés en acier, en un paquet ; & par le moyen des deux gros morceaux, dont nous avons parlé & avec lesquels on les contient, on les arrange de façon qu'ils ne paroissent plus faire qu'une seule masse. Après qu'on a ainsi arrangé un tas de 16 ou 20 morceaux, on le serre dans une tenaille, & on le reporte au foyer, où on le chauffe jusqu'au blanc. On ne les rassemble ainsi en un seul faisceau, qu'afin que quelle que soit la qualité de chaque barre, toutes ensemble ne fassent plus qu'un même corps ; c'est-à-dire, que si l'une d'elles est défectueuse en quelque point, par exemple, si, elle avoit été trop ou trop peu chauffée, les autres la récompensent, & par leur mélange forment un tout uniforme : & si on les chauffe toutes jusqu'au blanc, ce n'est qu'afin que l'acier acquiere la vertu qui le rend élastique. Ces 16 ou 20 morceaux accollés l'un contre l'autre, se soudent plus aisément les uns avec les autres, au moyen de l'argile seche & pulvérisée, dont on les saupoudre.

Lorsque le paquet dont il s'agit, paroît chaud d'un côté, on jette dessus de l'argile en poudre dans toute sa longueur, & au milieu ; après quoi on le retourne. Au moment même de ce changement on jette dessus des scories en fusion, & ensuite de l'argile en poudre. Tout cela fait, on retire le paquet du foyer ; on le frappe avec un marteau à main pour rapprocher l'un de l'autre les différents barreaux ; on le remet au feu ; on jette de nouveau par dessus de l'argile pulvérisée, & quelque portion de scories en fusion. Enfin à force de feu, d'argile, & de coups de marteau à main, on réunit tous ces barreaux en un seul, que l'on tire par un des bouts en une barre quarrée de quatre pouces d'épaisseur, qu'on laisse refroidir à l'air.

Le bout qui n'a pas été étendu, se bat de même que l'autre, après avoir été suffisamment chauffé. On laisse le milieu plus épais que les deux bouts. Pour cela, il ne faut que deux chaudes, & aller deux fois au marteau.

La longueur de ces barres d'acier est pour l'ordinaire de 9 ou 10 pieds. On les casse pour les mettre ensuite en paquets. Chacun de ces paquets pese huit grandes livres, *lispund*, & trois petites ; environ un quintal.

Cette espece d'acier, s'il n'est meilleur, est tout au moins aussi bon que celui de Carinthie & de Stirie.

Observations touchant la conversion du fer crud en acier.

Il y a encore bien des choses à sçavoir & à remarquer, que je n'ai pû placer commodément dans la description qui précede, & que je rapporte ici sous la forme d'observations.

1°. L'excellent acier doit être immédiatement fabriqué avec du fer crud, afin de le préparer, pour ainsi dire, dès son origine à en prendre la nature. Les sabres, les épées, les ressorts, &c. se font avec cet acier. Celui fait avec du fer forgé n'acquiert pas la même qualité. Il perd sa dureté si on le met souvent au feu, qui chasse les parties sulphureuses & salines qui s'étoient insinuées dans ses pores. Il revient même à sa premiere qualité de fer forgé, au lieu que l'acier fait de fer crud n'y revient que très-difficilement.

2°. Pour la conversion du fer crud en acier on doit choisir celui qui est dur, ferme, & connu pour donner un fer tenace & de bonne qualité. Celui qui est mol, ne vaut rien pour cela. L'acier qui en provient, se sent de son origine : il est trop doux, & plie aisément. On ne peut en fabriquer des instruments qui demandent une certaine dureté. Si le fer crud est si ferme qu'il casse difficilement, même étant chauffé, l'acier qui en provient est excellent pour ces sortes d'instruments : mais si on employe du fer crud, doux & tenace, semblable à celui de

(1) Petit réservoir d'eau, creusé dans un tronc d'arbre, qui se remplit perpétuellement d'eau à mesure qu'il se vuide.

Danmorie, qui vient des mines de *Klacka* ou de *Taberg*, lesquelles donnent une espece de fer doux & pliant, l'acier participe à ces qualités ; ce qui fait qu'étant d'ailleurs bien préparé, il est très-propre à faire des épées & des ressorts. On prétend que l'acier, qui vient d'un fer crud, trop dur, est fragile & sans nerfs. Il n'en est pas de même si le fer est médiocrement dur, mais d'ailleurs très-tenace.

Pour choisir donc du fer qui donne de l'acier d'une bonne qualité, il faut prendre celui qui fond aisément. On assure que le vent & la chaleur le pénétrent plus facilement. Cette espece de fer est grise, couleur qui vient de ce que dans le fourneau il y a eu plus de charbons que de mine, lors de la fusion. Le fer cassant à chaud & à froid n'y est pas propre : on en fait difficilement de l'acier ; & ceux qui le tentent, au lieu d'acier, n'ont souvent qu'un fer dur, brûlé & corrompu. C'est pourquoi dans quelques endroits de l'Allemagne on appelle *mine d'acier*, des mines de fer, parce que leur conversion en acier est plus facile. Si le fer contient une petite partie de soufre doux, on dit qu'il est excellent pour la conversion en acier ; & que celui qui en provient, est très-tenace. Il faut porter plus souvent sous le marteau le fer chargé de soufres, & l'amollir par des coups réitérés. On rejette le fer cassant à froid, comme étant de nul prix, nulle valeur. Si on n'a pas de mine qui donne du fer dur & tenace tout à la fois, on a coutume d'y mêler une partie de mine sulfureuse : mais il faut beaucoup de prudence dans ce mélange pour obtenir de l'acier d'une bonne qualité.

3°. On coule le fer crud, destiné à être converti en acier, dans des lits de sable pur de riviere. On prétend que cette précaution contribue à faciliter sa conversion en acier, & à sa bonté. On ne le coule point comme l'autre dans des lits faits de scories pulvérisées, ni sur du gros sable, mais sur un sable menu, pur, & tiré d'un marais ou d'une riviere. La poudre de scories liquéfie très-facilement le fer. Il est essentiel que le fer crud ne soit pas en trop gros morceaux, parce qu'alors il fond & se convertit en acier, avec moins de charbons.

4°. La premiere espece d'acier s'appelle en Suédois *smœltare-stauhl*, ou de l'acier de fonte, propre aux instruments de la campagne & à faire des briquets : mais il n'est pas encore assez travaillé pour faire des épées & des ressorts. On tient qu'il est trop fragile, raison pourquoi on le prépare & le purifie dans le second foyer.

5°. La masse destinée à faire de l'acier, au sortir du feu du premier foyer, & encore toute bouillante, se roule dans de l'argile pulvérisée, avant que d'être travaillée & cassée sous le marteau.

6°. On tire quatre fois les scories du premier foyer avant que la masse soit préparée & divisée en quatre morceaux sous le marteau, c'est-à-dire, à chaque fois que l'on y met de nouveaux morceaux.

7°. Dans le second foyer on chauffe les morceaux d'acier jusqu'au blanc, & l'on a soin que le feu n'aille pas plus loin : autrement ils se fondroient & se mettroient en une espece de masse, ce qui nuiroit à leur conversion en acier. Ce motif doit bien engager à observer soigneusement le degré de chaleur.

8°. On dit que pour cette opération les charbons de hêtre & de chêne sont excellents : on emploie aussi avantageusement ceux de bouleau & de pin. Les charbons secs & nouveaux sont préférables à ceux qui sont vieux & humides, lesquels ne sont d'aucune utilité. Pour faire ces charbons, il faut que le bois soit sec & bien fendu : il faut aussi préserver les charbons de toute humidité, en les tenant à couvert. Les charbons récents sont les meilleurs, parce qu'ils sont très-secs. Ils liquéfient le fer plus efficacement. Il faut observer qu'il ne faut pas mêler ici les charbons doux & tendres avec les durs, comme ceux du bouleau. Il faut aussi qu'ils ne soient point mêlés de pierres ni de terre. Une mesure de charbons de bouleau fait autant d'effet qu'une mesure ou une mesure $\frac{1}{2}$ de charbons de pin. Pour échauffer la seconde fois l'acier & le porter ensuite sous le marteau, il faut aussi des charbons excellents, tels que ceux de bouleau, de hêtre, ou de chêne. Les charbons fossiles peuvent encore être de quelque utilité, parce que l'acier qui en est chauffé, soude bien.

9°. Les soufflets doivent être d'une grandeur moyenne ; & plus le bois dont ils seront faits, sera compact & dur, meilleurs ils seront. On met trois cammes pour baisser les soufflets, au lieu de deux que l'on met ordinairement dans les forges, parce qu'on a besoin, pour notre opération, d'un feu violent. Quelques-uns prétendent que les soufflets doubles de cuir sont meilleurs que ceux de bois : il faut aussi que les buzes entrent davantage dans la thuyere. Les caisses doivent être relevées par des leviers courbés, comme en Stirie & en Carinthie, parce que le mouvement est plus prompt & plus égal. Plus les soufflets vont vîte, plus, s'il est permis de hasarder ces expressions, le feu est léger, gai, vif ; plutôt la conversion en acier est faite. Plus on veut que l'acier soit dur, plus il faut que les charbons soient secs & forts, & le fer en petits morceaux. Quand il n'y a plus qu'à mettre l'acier en barres, il n'est pas nécessaire que les soufflets aillent si vîte : il ne faut alors les faire presser que par deux cammes.

10°. Le déchet du fer, pour être converti en bon

en bon acier ; est de près de moitié : 26 livres de fer crud ne rendent gueres que 13 livres d'acier. Un habile Ouvrier peut en avoir 14. La perte dans le premier foyer, est de 24 sur 60 ou 64, & de 8 dans le second : ou ce qui est le même de 8 parties ; il en périt trois dans le premier foyer, & une seulement dans le second.

11°. On tire beaucoup de scories du second foyer, & on peut l'en débarrasser toutes les fois qu'on le juge à propos. Les scories qui en sortent, sont très-rouges & d'une consistance épaisse : on a cependant remarqué qu'il ne faut pas totalement en priver le foyer, parce qu'alors l'acier, trop brûlé & trop desséché, perd de sa qualité.

Pour faire de bon acier avec du fer crud, il faut qu'il soit chauffé à propos, sans quoi la conversion ne s'opere pas. On dit qu'à l'odorat, on peut distinguer si l'acier n'est pas trop chauffé, parce qu'alors il en exhale une mauvaise odeur. L'art & la science consistent donc à le chauffer convenablement & à propos, c'est-à-dire, à brûler & faire dissiper par le feu ce qui le rendoit fer. Il faut qu'il soit aussi bien liquéfié, que dans un fourneau de fusion. Si la flamme & le vent ne le pénetrent pas bien, il n'acquiert jamais la qualité d'acier. Pour que cette opération réussisse, on fera un foyer capable de contenir au plus 3 ou 4 grandes livres, *lispund*, parce qu'une petite quantité se liquéfie mieux, & se rassemble mieux en masse qu'une grande ; outre que la masse est plus intimement pénétrée du feu, que si elle contenoit 8 ou 9 de ces grandes livres. Quelques-uns font de plus grosses masses, & operent plus vîte dans le même espace de temps ; mais on a remarqué que l'acier, qu'ils faisoient, n'est pas entiérement dépouillé des parties qui constituent le fer : en Stirie, on ne fait que de petites masses ; aussi y fabrique-t-on de l'acier de la meilleure qualité.

La profondeur de ce foyer, sous l'orifice du vent, doit être de 6 pouces, la largeur de 12. L'orifice de la thuyere est étroit, & n'a qu'un pouce, afin que le vent soit plus pénétrant, plus aigu & plus fort. La thuyere est plus longue dessus que dessous, afin que le torrent du vent soit dirigé vers le fond du foyer : pour cela, on la pose fort obliquement. La partie antérieure de la thuyere ne doit être élevée au-dessus du foyer que de cinq pouces, si le fer crud ne fond pas aisément ; mais s'il est d'une fusion facile, le fond sera éloigné de la thuyere de sept pouces ou sept pouces & demi, & alors on ne la met pas si obliquement : car autrement, on prétend que l'opération se feroit avec tant de force, qu'on n'auroit point de masse d'acier. Il faut avancer la thuyere de deux pouces dans le foyer. Plus le fond en sera proche, plus l'opération ira vîte. La lame de fer sur laquelle on pose la thuyere, doit être un peu inclinée en dedans. Le fond aussi doit être incliné vers le devant, prenant garde néanmoins que cela ne lui donne un trop grand degré de chaleur. Il faut aussi soigner, que l'ouverture pour la sortie des scories soit bien fermée : si la lame de fonte, qui sert de fond, ne résiste pas bien à l'action du vent & du feu, on peut y en mettre une autre de pierre.

Pendant que l'on tient le fer en fusion dans le creuset, il faut pousser le vent jusqu'à ce que toutes les scories soient évaporées & dissipées par le feu, de façon que toute la matiere soit convertie en acier, & qu'il ne reste ni fibres, ni filaments du fer. Si par lui-même le fer n'est pas fluide, il faut jetter dessus du sable de riviere, sec & pur, ou des cendres de bouleau ; cela rend la liquation chaude, fluide & dure : mais il ne faut pas, au lieu de sable ou de ces cendres, y jetter des scories en poussiere : d'abord qu'on en voit une certaine quantité dans le foyer, au point qu'elles surnâgent la masse d'acier, il faut les faire sortir ; autrement, elles empêcheroient la conversion du fer. Si la matiere est trop liquide, & qu'on ne puisse obtenir de l'acier, il faut jetter des scories, mais en petite quantité : car si on en met trop, on la réduit en fer. Pour avoir de l'acier le plus pur, & totalement dénué de fer, il faut fondre trois fois la matiere avant que d'avoir une masse ; & quand elle est formée, il faut jetter dessus une petite partie de fer crud en poussiere, de cette espece qui a été fondue avec plus de charbons que de mine : une ou deux petites livres de cette poussiere suffisent, & aident à convertir en acier la totalité du fer.

12°. La masse ainsi disposée est portée sous un marteau qui pese 16. grandes livres, *lispund* ; si on veut de l'acier excellent, on casse les barres, on les rassemble, on les chauffe, on les bat huit fois, au lieu qu'on ne fait toute cette besogne que deux ou trois fois, quand on ne veut que de l'acier destiné à certains usages : celui que l'on veut souder, s'arrose de menu sable de peur qu'il ne brûle.

Quand on étend l'acier en barres, il en périt trois petites livres par grande : mais quand on le resoude & qu'on l'étend, il en périt près de six. Si on veut avoir un acier qui tire bien des étincelles de feu du caillou contre lequel on le frappera, il ne faut pas tant l'étendre sous le marteau, ni si souvent : pour un quintal d'acier, ou suivant la façon de compter des Ouvriers, pour 8 grandes livres, il faut deux lestes & demie, ou 30 tonnes de charbons.

13°. On a coutume d'essayer, si l'acier de fonte est d'une bonne ou mauvaise qualité,

c'eſt-à-dire, s'il peut ſe ramaſſer & s'étendre ſous le marteau, auſſi aiſément que le fer de la meilleure eſpece : s'il n'a ni gerſures ni fentes, c'eſt une marque d'une bonne qualité. Celui dans lequel on voit de gros grains, ſans qu'il y ait ni parcelles de fer, ni ſcories, eſt très-dur : cela vient de ce que cet acier a été médiocrement brûlé. Le meilleur ſigne d'un bon acier eſt, lorſqu'il ne devient pas mol, quoiqu'il ait été ſouvent porté au feu : on en porte le même jugement lorſqu'il eſt dur, fort & nerveux tout enſemble. Quand on caſſe du bon acier, il rend un ſon déſagréable : on en juge favorablement, quand il jette beaucoup de feu. Lorſqu'on veut l'éprouver, on en fait, par exemple, un reſſort de fuſil, parce que celui qui y eſt propre, convient à toutes les eſpeces de reſſorts, aux épées, aux aiguilles & autres fils d'acier. Si un ciſeau peut tailler ſix ou ſept livres, avant que l'on ſoit obligé de le paſſer ſur la meule, c'eſt la marque d'un excellent acier, qui peut être employé à toutes ſortes d'ouvrages. Il y a trois eſpeces d'acier, qui ont chacune leur famille, ſi on oſe le dire, & avec leſquelles on peut ajuſter & polir tout ce qui eſt ſuſceptible d'acier. D'autres en comptent 8 ou 10 eſpeces : car on peut le durcir plus ou moins, ſuivant les différents uſages auxquels on le deſtine, & par ce moyen en faire d'autant d'eſpeces que l'on veut.

D'une autre manufacture d'acier en Suede.

On dit qu'il y a long-temps, & même dès celui de Guſtave-Adolphe [1], que la manufacture d'acier de *Quuarnbacka* eſt établie. Il y a deux foyers. La cheminée eſt ſi élevée, qu'un Ouvrier peut s'y tenir de bout. Au lieu de plaques de fer, pour le fond & les parois du foyer, on ſe ſert d'une eſpece de pierre talqueuſe. On emploie des ſoufflets de bois auſſi grands que ceux des forges. Il y a deux marteaux, peſants chacun un poids de marine. A chaque fois, on met dans le foyer 10 grandes livres de fer crud, qui ſe recuit à merveille, comme dans un foyer de forge : mais on tire ſouvent les ſcories, de façon que cette maſſe de fer fond dans un bain ſec, & non dans un bain de ſcories. Quand on veut recuire le fer, on jette ſouvent deſſus des cendres mêlées avec du vitriol & de l'alun. Les Ouvriers prétendent qu'au moyen de ce mélange, on fait de meilleur acier. Ils n'ont point de regle pour la quantité de fer à recuire en même temps. Tantôt ils en mettent plus, tantôt moins. Lorſque le fer fondu eſt ramaſſé en une maſſe, on la porte ſous le marteau : on l'y diviſe en pluſieurs morceaux, que l'on tire enſuite en barres. Ces barres caſſées de nouveau en plus petits morceaux, on les met en croix dans le foyer, & en forme de grille. On y jette par-deſſus des cendres mélangées d'alun & de vitriol ; après quoi on les étend une ſeconde fois en barres, que l'on recaſſe encore ; & on continue de réitérer la même opération, autant de fois qu'il eſt néceſſaire, pour avoir de l'acier, tel qu'on le demande.

L'acier groſſier, que l'on appelle *fatſtauhl*, ou ce qui eſt de même, celui qu'on a coutume de mettre dans des barils, ſe fait avec la premiere maſſe qui eſt tirée du foyer, & battue ſous le marteau. On l'éteint enſuite dans l'eau, ce qui le durcit ; l'acier le meilleur, tel que celui pour épées, ſe met quatre fois en grilles, & ſe bat quatre fois. La plus excellente eſpece y eſt miſe, & battue huit fois. A chaque fois, on l'éteint dans l'eau, & on la deſtine à faire des reſſorts. On marque l'acier toutes les fois qu'il paſſe au feu, afin qu'on puiſſe en connoître la qualité. Au reſte, les habiles Ouvriers en jugent au grain. Si l'on y voit des ſtries & des taches obſcures, ils prétendent que c'eſt un ſigne que l'acier n'a pas été ou bien cuit, ou aſſez battu, ou bien mélangé. Le meilleur eſt celui qui blanchit comme de l'argent.

L'enclume peſe un poids de marine : elle eſt large de deux palmes. Chaque ſemaine on peut faire 1400 peſant de gros acier, ou acier en barils, 1200 d'acier à épées, & 800 d'acier à reſſorts. Un quintal ici eſt de 8 grandes livres, *liſpund*, ou de 160 petites.

Pour un quintal du meilleur acier, celui à reſſorts, il faut treize grandes livres & demie de fer crud & 26 tonnes de charbon. Pour un quintal de la qualité moyenne, l'acier à épées, il faut 10 grandes livres de fer crud, & 24 tonnes de charbon. Enfin, pour un quintal de gros acier, celui en barils, il faut 10 grandes livres de fer crud, & 9 tonnes de charbon. Aujourd'hui on emploie beaucoup d'acier préparé dans les manufactures de *Wedewang* & *Quuarnbacka*.

Maniere ordinaire en Suede de ſe procurer de l'acier dans les foyers de forge lorſqu'on y recuit le fer crud.

Quoique j'aie déja indiqué, dans le ſecond paragraphe de cet Ouvrage, la méthode dont ſe ſervent les Ouvriers pour fabriquer de l'acier dans les foyers de forge ; cependant je crois devoir encore rapporter ici cette méthode, d'autant plus qu'il s'y agit de la converſion immédiate du fer crud en acier. Lorſqu'on cuit le fer la premiere fois dans les foyers de forge, & lorſque la liquation eſt extrêmement fluide, il ſurnâge ordinairement de petites maſſes ou morceaux d'acier,

(1) 1611.

qui, bien éloignés de s'attacher aux angles, ou de descendre au fond du foyer, flottent çà & là sur la matiere en bain. Ces morceaux sont inégaux, & d'une forme grossiere; mais ils sont ronds dans la partie qui touche le métal. Par leur couleur on les distingue du fer. Outre que l'acier surnâge le fer, il ne s'y joint pas facilement, à moins qu'on ne l'approche du vent. Alors il fond & se mêle au métal en fusion, sans quoi il ne s'y joindroit pas. Ces morceaux pesent ordinairement 6, 10 ou 15 livres. Les Ouvriers disent que c'est un très-bon acier, & très-propre à aciérer tous les outils. Ils prétendent aussi que le fer privé de cet acier n'y perd ni n'y gagne. On assure que de toutes sortes de fer on peut avoir de l'acier, mais plus d'une espece que de l'autre: que les fers cassants à chaud ou à froid en donnent; mais que la nature de l'acier varie suivant celle du fer. L'acier qu'on obtient ainsi, est, dans sa fracture, de couleur grise, tirant sur le blanc, composé de grains très-petits & très-durs. On dit que le point principal de la conversion du fer en acier, consiste à observer que la thuyere soit posée obliquement dans le dégré d'inclinaison convenable. L'usage a appris que si la thuyere n'est pas dans sa véritable position, on ne peut avoir un morceau d'acier. Il faut pour cette conversion, que le vent soit dirigé plus obliquement. Les Ouvriers ont, pour la poser, des regles & des mesures suivant lesquelles on la place dans la plus grande précision. Sans cela, il ne faut pas s'attendre à avoir de l'acier.

Maniere de faire de l'acier en Suede avec du fer crud, fait avec des mines de marais de Dalécarlie.

Voyez le paragraphe troisieme, page 71.

Maniere de convertir le fer crud en acier dans le Dauphiné.

En Dauphiné, dans la montagne de Vauche, aux environs de la ville d'Alvar, il y a plusieurs galleries, par le moyen desquelles on tire beaucoup de mine de fer. On met dans un foyer, que l'on appelle *affinerie*, le fer crud qui en provient. Ce foyer est plus profond qu'à l'ordinaire; on dirige le vent directement sur la masse qui fond petit-à-petit. Le creuset est environné & construit de plaques de fer. On n'agite point, comme ailleurs, le fer en fusion; mais on le laisse en repos jusqu'à ce que le foyer en soit plein; après quoi on arrête le vent, & on débouche un trou destiné pour l'écoulement du fer, & par lequel tout celui qui est fondu, s'échappe & se met en petites masses de différentes grosseurs. On ôte la partie extérieure de ces masses, ou pour mieux dire, l'espece de croûte qui couvre le fer; parce que ce ne sont que des scories. Le reste se porte sous le marteau, & se met en barres de la forme ordinaire.

Dans un autre foyer voisin, qui s'appelle *chaufferie*, on chauffe ce fer jusqu'au blanc. Là, il n'est pas nécessaire d'avoir un feu si ardent. On met une espece de sable sur le fer, pour, à ce qu'on dit, modérer la chaleur. Lorsque la barre est suffisamment chauffée, on la porte au marteau; après qu'elle est forgée, on la jette dans l'eau pour la durcir. Il faut pour cela que la barre soit encore très-chaude.

Description plus exacte de la maniere de convertir le fer crud en acier suivant M. de Reaumur

M. de Reaumur, dans son admirable Traité de la conversion du fer forgé en acier, donne aussi la méthode dont on se sert en France pour faire de l'acier avec du fer crud. Voici ce qu'il en dit.

Pour faire de l'acier, on prend du fer crud qui soit blanchâtre, en préférant néanmoins celui qui tourne à la couleur grise. On met l'extrémité de la gueüze dans un foyer, comme si on vouloit forger du fer à l'ordinaire. Ce foyer est plus profond que ceux ordinaires des forges. En quelques endroits il a depuis deux jusqu'à deux pieds & demi de profondeur. On laisse la masse tranquille, & simplement couverte de charbons allumés. La flamme excitée par le vent, est dirigée sur le fer qu'on veut fondre. Lorsque dans le creuset il y a autant de fer en fusion qu'on le desire, c'est-à-dire, quand il est presque plein, on arrête le vent. Dans quelques endroits on ouvre pendant un peu de temps, puis on referme un trou qui est proche le fond; ce que l'on fait de moment à autre pour laisser couler en petites masses le fer liquide. Dans d'autres endroits, on laisse la masse dans le foyer, afin qu'elle s'y durcisse & s'y fige. Quand la croûte extérieure est prise de l'épaisseur d'un pouce, on l'enleve sur le champ: mais avant que d'ôter cette croûte, on enleve d'abord le lit de matiere vitrifiée qui surnâge & qui se refroidit le premier. Lorsqu'on coule la masse, comme nous l'avons dit, on voit ce lit sur la surface de la masse. On sépare ainsi le fer de sa partie terrestre: pour les sulfureuses & les salines, elles restent.

Dans quelques endroits où l'on fait le meilleur acier de cette espece, tantôt les parois du foyer sont faits avec des plaques de fer, tantôt ils ne sont que de pierre. De façon ou d'autre, ils sont intérieurement garnis ou enduits d'un lit de poudre de charbon, ensorte que le fer fondu prend la forme d'une

boëte ou panier de charbons en poussiere.

Quelques Ouvriers jettent aussi dans leurs foyers, de la corne, de la suie, & autres choses pareilles.

Cette masse ainsi liquéfiée se porte ensuite dans un autre foyer nommé *chaufferie*, où on la chauffe pour en passer une partie des sels & des soufres superflus. On n'a pas besoin d'en séparer la matiere vitrifiée; il ne faut pas non plus un feu bien violent. Il suffit que l'acier soit chauffé, & il n'est pas nécessaire de le remuer, & retourner comme on fait pour le fer. La grande science est de connoître quand il faut le tirer du feu : car si on le tient trop long-temps en sueur, on prétend qu'il se remet en fer. De-là, quelques précautions que l'on prenne, il arrive qu'une portion de la masse $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, &c. conserve sa nature de fer. Il est bien difficile qu'elle chauffe si également par-tout, qu'une partie n'essuye pas un plus grand dégré de chaleur que l'autre ; ce qui la fait retourner en fer, & est cause que souvent la même barre est en partie fer, en partie acier. Ce n'est pas en ce cas un grand mal : mais c'en est un lorsque l'acier recelle quelques vestiges de fer, tantôt au centre, tantôt à la surface, suivant la différence de la chaleur & des coups de marteau, qui peuvent pousser une parcelle de fer d'un endroit à l'autre. Il résulte de-là qu'il est très-difficile d'obtenir par cette voie un acier totalement dénué de fer. Dans plusieurs atteliers, lorsqu'on met l'acier au feu pour la seconde fois, on jette dessus une espece de sable, ou de matiere vitrifiée, réduite en poussiere. Le sable entoure & enveloppe la masse métallique, & empêche qu'elle n'essuye une trop grande chaleur, & conséquemment qu'elle ne retourne à sa premiere qualité de fer.

Dans quelques endroits on prépare l'acier immédiatement avec la mine : on la laisse refroidir après qu'elle a été fondue, dans le fourneau même où on l'a fondue. La masse ressemble à une boule applatie, que l'on coupe en morceaux paralleles : ensuite on les porte dans le foyer nommé *chafferie* ; & quand ils sont chauds, on les porte sous le marteau. On a remarqué que le milieu des barres forgées étoit de fer pur, & le tour d'acier, quoique le tout eût été également battu & & chauffé. La circonférence ou l'enveloppe de la barre, est acier, & l'intérieur est de fer. Au rapport des Ouvriers, les morceaux qui se détachent de la masse, donnent le meilleur acier.

Dans un autre endroit de son Traité M. de Reaumur annonce que le fer crud a beaucoup de ressemblance avec l'acier, & qu'il est composé d'un mélange de parties terrestres, sulfureuses, salines & métalliques. Qu'en examinant de la fonte pure & bien brillante on remarque, 1°. Son extrême affinité avec l'acier. 2°. Que si à l'aide du feu on chasse les parties sulfureuses du fer crud, il en résulte un acier intraitable, & plein de gersures, qui résiste aux coups de marteau tant qu'il est chaud, & qui se durcit merveilleusement lorsqu'on l'éteint dans l'eau. 3°. Que si on chauffe le fer crud jusqu'au point d'en expulser les parties inflammables & salines, l'acier devient traitable, & se durcit en l'éteignant dans l'eau. 4°. Que si on le chauffe seulement jusqu'à un certain point, il se change bien en acier, facile à traiter, mais qui ne peut se durcir, quoiqu'on l'éteigne dans l'eau. 5°. Enfin, que si on le rechauffe une seconde fois, il donne un acier que l'on appelle *acier pâmé*.

M. de Reaumur traitant toujours le même objet de la conversion du fer crud en acier, dit encore qu'il faut observer que ce fer crud soit bien purgé de ses parties terrestres : mais que jamais cette espece d'acier ne peut l'être aussi bien que celui fait avec du fer forgé ; qu'il faut bien prendre garde de le brûler, ce qu'on empêche par le moyen de sable & de scories pulvérisées, & que les ferrements rongés & usés à force de servir, tels que des clous, &c. peuvent se liquéfier, & sont très-propres à être convertis en acier.

Maniere de convertir le fer crud en acier à Saltzbourg.

Pour avoir de l'acier, on choisit la meilleure mine, de couleur brune & rousse, qu'il faut d'abord calciner : ensuite, à l'aide d'un fourneau de fusion, on la fond en petites masses, propres à être mises en acier. Ces masses pesent seulement quatre quintaux. Les foyers à faire de l'acier sont semblables à ceux des forges de Saxe. Ils different seulement en ce que dans les foyers à acier la thuyere est placée un peu plus obliquement qu'en Saxe. Chaque masse se fond séparément. Le métal en fusion ne doit pas être si clair, mais un peu épais en coulant. La premiere fois qu'on met la masse de fer crud dans un foyer de conversion en acier, il faut la tenir au feu, dans une espece de liquation pendant l'espace de douze heures, durant lequel temps il faut, comme dans les forges, faire écouler les scories superflues. Pendant leur écoulement, on dit qu'avec un ringard il faut agiter & retourner la masse.

On la tire ensuite du foyer, & on la divise sous le marteau en plusieurs morceaux, que l'on éteint à mesure dans l'eau. On remet ces morceaux dans le même foyer, & on les y tient dans une espece de sueur continuelle l'espace de six heures, pendant lequel temps on fait couler les scories. On retire une seconde fois du foyer la nouvelle masse

masse qui s'y est formée ; on la porte ensuite sous le marteau, où on la partage en nouveaux morceaux, qu'on éteint encore dans l'eau. Par ces recusson & extinction réitérées, la matiere se durcit prodigieusement. Elle n'est pas cependant encore convertie en véritable acier, & ne peut être forgée en barres, qu'on puisse dire être d'acier : c'est pour cela qu'on la reporte au feu pour la troisieme fois, & qu'on l'y tient pendant six heures, au bout desquelles on l'en retire pour la mettre en barres épaisses, qu'on éteint encore dans l'eau.

On casse en morceaux ces barres grossieres, & on les rebat pour les réduire en quarrés de six lignes. Chaque fois qu'on les éteint dans l'eau il faut qu'ils soient chauds pour prendre de la dureté. On met du sel commun dans l'eau, pour lui donner un plus grand dégré de froid. Quand les barres sont achevées, il faut les chauffer au blanc, & les éteindre une derniere fois dans l'eau salée. Cet acier est extrêmement estimé.

On en fait des paquets de 25 livres pesant chacun, & qui s'appellent *Bisson*. Quatre quintaux de fer crud rendent deux quintaux & demi de bon acier. Le quintal & demi de déchet se perd en fumée & en scories. On mêle par moitié les charbons durs & doux, & à chaque chaude on en consomme six sacs. Deux Ouvriers pendant une semaine peuvent faire 15 à 16 quintaux de bon acier. On fait en Carinthie, & suivant cette méthode, une quantité d'acier qu'on vend sous le nom d'*acier de Stirie* ou de *Steiermarck*.

Maniere de convertir le fer crud en acier dans la Carinthie, le Tirol & la Stirie.

Il y a dans ces trois provinces plusieurs foyers destinés à forger le fer, & à convertir la fonte en acier. Ces derniers sont construits de la même maniere que les foyers de Saxe, que l'on appelle *Frisch* ou *Zerrenfever*. La thuyere entre assez avant dans le foyer, & y est posée assez obliquement. A chaque fois, on met dans le foyer, & on y fond quatre quintaux & demi de fer crud que l'on tient dans une espece de sueur & de cuisson pendant trois ou quatre heures, ayant soin d'agiter la masse avec des ringards, & y jettant à chaque fois de la pierre à fusil calcinée & pulvérisée. On dit que cette poudre sert à détacher les scories du fer qu'on veut convertir en acier, & qu'elle aide à la séparation des matieres impures. Lorsque le fer a été tenu pendant 3 ou 4 heures dans la cuisson que nous avons dite, on fait sortir les scories par une ouverture pratiquée à cet effet. Au reste, il demeure toujours sur l'acier des matieres que par l'épreuve on reconnoît pour du fer, qui ne peut se convertir en acier. On tire ces matieres par lames & par morceaux, que l'on met en barres sous le marteau. Après cela on tire du foyer la masse d'acier, & on la partage sous le marteau en quatre parties que l'on éteint dans l'eau, & que l'on fond ensuite de nouveau.

La maniere de fondre ces morceaux, est la même que celle que nous venons de décrire, & on recommence la fusion trois ou quatre fois, suivant la qualité du fer, c'est-à-dire, suivant qu'il est plus ou moins propre à être converti en acier. Enfin, lorsqu'on voit que la conversion est faite, on l'étend sous le marteau en barres longues de 3 pieds, & à chaque chaude, on l'éteint dans de l'eau d'argile. Ensuite on met ces barres dans des barils du poids de deux quintaux & demi chacun.

De 4 quintaux $\frac{1}{2}$ de fer crud, appellés *Einfloss*, il reste un demi-quintal de fer pur ; le reste se convertit en acier : ou plutôt de dix quintaux, qui ensemble se nomment *Meuler* ; il y en a 3 qui se perdent en fer & en scories : un Maître avec deux Ouvriers peut en une semaine faire 10 quintaux d'acier, pour lesquels il faut 10 *Knippor* de charbons. Le mieux est de mêler les charbons doux avec les durs ; & s'il y avoit à choisir, il faudroit prendre les durs. Le poids du marteau est de deux quintaux. L'enclume a sa forme ordinaire. La partie du fer qui reste sur l'acier, se recuit une seconde fois dans le foyer, & se forge ensuite à l'ordinaire. En 48 heures, on travaille 10 quintaux de fer. Les soufflets sont de cuir. Les Ouvriers pensent que ceux de bois ne sont pas propres à cet usage. L'excellent acier vient de Carinthie, où il y a plusieurs de ces atteliers.

Aux environs de *Weith*, on fait chaque année environ six mille *puschen* d'acier ; mais on n'estime pas tant cette espece que les autres. On croit que cela vient de la différence de l'eau de riviere dans laquelle on l'éteint. La méthode est la même en Carinthie qu'à *Mund* : c'est le même mélange. La pierre à fusil se tire très-pure des rivieres ; ensuite on la calcine & la pulvérise, afin que par son secours, l'acier entre bien en fusion. Lorsqu'il est en barres, il montre sa véritable couleur. Avec 1000 livres de fer, on a 600 livres d'acier.

C'est presque de la même maniere qu'en France on fait de l'acier avec du fer crud, dans les provinces de Champagne, Nivernois, Franche-Comté, Dauphiné, Limosin, Périgord & Normandie. Nous en avons parlé plus haut.

Conversion immédiate de la mine du fer en acier dans la Stirie, à Fordenberg *& ailleurs.*

Cette méthode differe de la premiere, en

ce qu'on convertit immédiatement la mine de fer en acier, quoiqu'à vrai dire, il y en ait toujours une partie qui reste en fer. On fait cette conversion immédiate en Stirie, à *Fordenberg*, & en plusieurs autres endroits, comme en France dans le Roussillon, & notamment dans le Comté de Foix. On fond la mine du fer dans le fourneau où elle se moule, suivant la forme du foyer, en une masse ou pain, arrondie par-dessous & plate par-dessus, que l'on appelle un *masset.* Ce masset tiré du feu se divise en cinq ou six morceaux, qu'on chauffe séparément dans un foyer de forge, & que l'on met en barres sous le marteau. Souvent une partie de la barre est de fer pur, & le reste d'acier : souvent même, il n'y en a qu'un quart ou un tiers de changé en acier, pendant que tout le reste est demeuré fer. Cette singularité détermine bien des gens à croire, qu'il y a des mines d'acier : on trouve effectivement des mines de fer, qui se convertissent en acier plus facilement que d'autres.

Maniere de convertir le fer crud en acier suivant Agricola.

« Voici la maniere, dit *Agricola*, de » faire du fer & de le convertir en acier, » que les Grecs nommoient Στόμωμα Pre- » nez du fer, disposé à la fusion, cependant dur & facile à travailler sous le marteau : car quoique le fer fait de mine vitriolique puisse toujours se fondre, cependant » il est ou doux, ou cassant, ou aigre. Prenez un morceau de ce fer; faites-le chauffer » rouge ; coupez-le par parcelles ; mettez- » les avec des pierres qui fondent aisément, » réduites en petits morceaux. Placez ces » morceaux coupés dans une forge de Serrurier, ou dans un fourneau, un creuset d'un » pied & demi de diametre, & d'un pied de » profondeur ; remplissez-le de bons charbons ; environnez-le de briques, qui forment autour du creuset une cavité, qui » puisse contenir le mélange de pierre fusible & de morceaux de fer coupés.

» Lorsque le charbon du creuset sera bien » allumé & le creuset rouge, soufflez & » jettez dedans peu-à-peu le mélange de » pierres & de morceaux de fer.

» Lorsque le mélange sera en fusion, jettez dans le milieu trois ou quatre morceaux » de fer ; poussez le feu pendant cinq ou six » heures ; prenez un ringard ; remuez bien » le mélange fondu, afin que les morceaux » de fer que vous avez jettés dedans, s'impregnent fortement des particules de ce mélange, lesquelles consumeront & diviseront les parties grossieres des morceaux de » fer, auxquels elles s'attacheront : & ce » sera, s'il est permis de parler ainsi, une espece de ferment qui les amollira.

» Tirez alors, hors du feu, un de ces morceaux de fer ; portez-le sous un gros marteau; faites-le tourmenter & tirer en barres ; & sans le faire chauffer plus qu'il ne » l'est, plongez-le dans l'eau froide.

» Quand vous l'aurez trempé, cassez-le ; » considérez son grain, & voyez s'il est entiérement acier, ou s'il contient encore » des parties ferrugineuses.

» Cela fait, réduisez tous les morceaux » de fer en barres ; soufflez de nouveau ; réchauffez le creuset & le mélange ; augmentez-en la dose, & rafraîchissez de cette » maniere, ce que les premiers morceaux » n'ont pas bû ; remettez-y de nouveaux » morceaux de fer, si vous êtes content de la » transformation des premiers, ou les mêmes, » s'ils vous paroissent encore ferrugineux, & » continuez comme nous avons dit ci-dessus ».

De la maniere de convertir le fer en acier suivant Vanoccio.

M. de Réaumur nous a donné cette méthode, & l'a appuyée de quelques essais. La voici : Il faut tenir en fusion une certaine quantité de fonte ; dans ce bain, on met du fer forgé : on l'y laisse tremper quelque temps. Lorsqu'on l'en retire, on le trouve acier ; mais le déchet en est considérable. Un morceau de la grosseur du petit doigt, tenu dans la fonte fluide un quart d'heure, s'y fondra en partie : mais ce qui restera, sera acier. Plus le morceau de fer sera gros, moins il y aura de déchet ; mais il faudra le tenir plus long-temps dans le fer crud en fusion : des especes de fer ainsi plongées, les unes donnent un acier intraitable, d'autres un acier facile à forger.

Voilà ce que j'ai cru à propos de rapporter sur la conversion du fer crud en acier. Pour ce qui regarde celle du fer forgé dans les fours à acier, c'est une chose qui mérite d'être traitée séparément : elle demanderoit un volume entier. En attendant, voyez ce qu'en a dit M. de Réaumur dans son Ouvrage sur l'*Art de convertir en acier le fer forgé :* mon but est de ne rapporter ici que ce qui lui est échappé.

§. XXV.

L'art d'adoucir & de purifier le fer suivant M. de Réaumur.

Ce sçavant Académicien, dans son Traité, qu'on ne peut assez louer, sur l'Art de convertir le fer forgé en acier, enseigne la méthode de fondre le fer crud, & de le purifier au même degré que le fer forgé en barres sous le marteau. Il commence par indiquer les différentes especes de fonte, & leurs diverses qualités.

Le fer crud, dit-il, &c.

Nota. Comme dans tout ce paragraphe Swedemborg n'a fait que copier M. de Réaumur, nous réservons de donner dans nos Mémoires particuliers, l'extrait de l'Ouvrage de ce sçavant Académicien.

§. XXVI.

Essais & expériences sur l'adoucissement, la trempe, la fusion, & la soudure du fer; & d'abord,

Sur l'adoucissement & la trempe du fer.

Nota. Nous n'avons pas cru devoir non plus traduire la premiere partie de ce paragraphe, parce qu'en premier lieu Swedemborg convient lui-même qu'il ne faut pas se fier aux procédés qu'il a tirés de différents Auteurs, sans les avoir éprouvés soi-même; & qu'en second lieu il a copié M. de Réaumur, dont nous conservons l'Ouvrage pour nos Mémoires particuliers.

Différentes méthodes de fondre le fer forgé par le secours des menstrues, extraites de différents Auteurs.

Je crois devoir avertir, qu'on ne doit compter sur toutes ces méthodes différentes, qu'après en avoir fait soi-même l'épreuve.

1°. Kunckel, dans son Art de la Verrerie. dit que si on lave de la limaille de fer dans une lessive de cendres, & ensuite dans de l'eau ou du vinaigre, qu'on y mêle moitié de sa pesanteur de soufre en poudre, & que l'on pousse ce mélange, placé dans un four de réverbere au dégré de feu qui feroit fondre le cuivre, le fer fondra à merveille.

2°. Faites rougir dans un creuset une livre & demie du meilleur acier, avec pareille quantité d'acier d'une autre espece; ajoutez-y huit ou dix onces d'arsenic préparé, & tenez le mélange dans le feu, jusqu'à ce qu'il devienne liquide comme de l'eau.

Préparez l'arsénic, en mêlant ensemble une livre d'arsénic & deux de salpêtre, le tout pulvérisé & sec; mettez ce mélange dans un vaisseau de terre, que vous couvrirez & que vous tiendrez pendant trois heures au feu de réverbere; la fumée dangereuse sortira par les registres du fourneau, que vous boucherez quand il n'en sortira plus: laissez ensuite refroidir. On dit que l'on obtient par-là une pierre de couleur verte, qu'il faut tenir séchement, sans quoi elle tombe en *diliquium.* Prenez cinq onces de cette pierre, & trois de borax; pulvérisez ce mélange; mettez-le dans un creuset; lorsqu'il sera fondu, vous aurez ce menstrue arsénical, qui tombe en *deliquium*, si on ne le tient pas séchement.

3°. Prenez deux parties de cendres, & deux de chaux vive, que vous ferez bouillir dans du vinaigre de vin. Versez ce mélange bouillant sur de nouvelles cendres & de nouvelle chaux, pour avoir une lessive très-forte; mettez en digestion, dans ce mélange de la limaille de fer ou d'acier, pendant six jours & six nuits; lavez ensuite, & faites sécher; mettez-la dans une nouvelle lessive, qui la surnagera, laissez-l'y pendant quatre heures. On dit que le fer y prend la couleur du cuivre. Faites-le sécher, & fondez-le avec du borax, en le couvrant de tartre calciné, auquel vous aurez mêlé une partie d'arsénic préparé, comme nous venons de le dire: le fer devient fluide comme de l'argent.

4°. Prenez une livre de limaille de fer, & huit onces de la poudre suivante, que vous ferez fondre ensemble dans un creuset: le tout se mettra en une masse. Cette poudre se fait avec parties égales d'arsénic, de tartre, de sel alkali & de salpêtre, pulvérisés, mêlés & fondus.

Pour ce qui regarde les autres menstrues, par le moyen desquels on fond le fer & sa mine, voyez la Classe suivante, qui traite de l'essai des mines du fer.

Maniere de blanchir l'acier ou de le rendre semblable à l'argent.

Bécher & d'autres Alchimistes, nous disent à ce sujet plusieurs choses. Le premier ordonne de prendre de la limaille d'acier & de l'arsénic, de mettre ce mélange dans un creuset neuf bien lutté, & de le tenir pendant une nuit au feu de calcination: ce qui rendra, selon lui, le fer aussi fluide que du plomb. Il faut ôter le dessus de ce qui est fondu, laver le reste, & le mettre dans un creuset; placer ce creuset dans un vaisseau de terre percé par-dessous, & empli de charbon; allumer le feu, & faire marcher le soufflet: si on répete sept fois cette manipulation, Bécher assure que l'acier sera blanc comme de l'argent.

Ou bien, prenez & mêlez 100 onces d'aimant, 60 d'arsenic, 8 de verre; lavez ce mélange, avec deux ou trois parties d'eau; réitérez la lotion, avec de l'eau, dans laquelle vous aurez mis du sel: selon le même Auteur, vous aurez de l'acier très-blanc.

Autrement, prenez des fils d'acier, que vous laverez & sécherez; ajoutez-y une livre d'arsénic, & enveloppez ce mélange d'un linge, que vous enduirez de cire; prenez ensuite du crotin d'âne, détrempé avec de l'huile; couvrez-en le paquet & la cire; séchez, puis mettez, pendant trois heures, dans un four de réverbere; laissez refroidir, & vous trouverez que le fer a fondu, & qu'il est blanc comme de l'argent. Si le fond du paquet se gerse, ou bien s'il s'ouvre, il faut, en recommençant l'opération, y mettre de l'arsénic lavé, de la céruse & du verre, c'est-à-dire, pour une partie de fils d'acier, six onces d'arsénic, une de verre & deux de céruse lavée, le tout placé dans un vase de terre percé par-dessous: on aura du fer semblable à de l'argent. Voilà ce que nous enseigne Bécher.

D'autres disent qu'il faut prendre huit onces de tartre, deux de salpêtre, quatre de raclure de plomb; pulvériser le tout, & le réduire en pâte, par le moyen de l'huile; ajouter 18 onces de limaille de fer; mettre ce mélange, qu'il faut couvrir de verre pulvérisé, dans un creuset bien lutté. La matiere fondra; & lorsqu'on verra qu'elle veut passer les bords, pour s'échapper par le dessus, on la versera; on aura un fer très-tenace, & brillant comme de l'argent.

Ou bien, fondez dans un creuset parties égales, de tartre, de salpêtre, d'arsenic & de limaille d'acier: versez dans un cône la matiere fondue; une partie sera convertie en scories. De 32 onces, on aura une masse blanche de deux ou trois: si on l'amalgame avec de l'argent, elle deviendra cassante.

Autrement, mêlez du tartre, du salpêtre, de l'huile, avec de la limaille de fer ou d'acier; ou jettez ces matieres sur de la limaille d'acier; mettez ce mélange dans un creuset: il fondra comme de l'argent, & le résidu sera fragile comme le régule d'antimoine: on prétend même qu'en le pulvérisant on peut en tirer du mercure.

Autrement, mêlez & mettez dans un creuset parties égales, par exemple, six livres de limaille de fer, de salpêtre, de tartre calciné, de cendres gravelées, d'arsénic blanc, & de savon de Venise: tenez le tout en fusion pendant quatre heures. Quand il sera refroidi, cassez le creuset, & vous aurez un régule de fer, blanc comme de l'argent, & qu'on peut réduire en poudre. Remettez au feu une seconde fois ce régule: tenez-le en fusion pendant deux heures, & il blanchira de plus en plus. On peut le fondre une troisieme fois, il blanchira toujours de plus en plus, & deviendra fluide au point de pouvoir être coulé dans des moules: on ajoute que cette matiere exposée à un air très-humide, n'est point attaquable par la rouille.

Encore autrement, prenez quatre onces de tartre calciné, deux de nitre, quatre de plomb; ajoutez de l'huile, & faites une pâte du tout. A six onces de cette matiere, ajoutez 18 parties de limaille de fer; couvrez ce mélange de verre pulvérisé, & mettez-le dans un creuset si exactement lutté, qu'aucune vapeur ne puisse s'échapper: animez le feu, & tenez long-temps la matiere en fusion. Ouvrez ensuite le creuset, & mettez-le sur le champ dans un autre feu; après avoir laissé bouillir, versez la matiere: on dit que suivant cette méthode, on obtient du fer si blanc, qu'il ressemble à de l'argent.

Je crois inutile d'ajouter plusieurs autres secrets que l'on pourroit tirer des écrits des Chymistes.

Des Soudures.

Il y a différentes méthodes de souder; joindre & mettre en une seule masse plusieurs morceaux ou lames de fer. La plus commune est celle qui s'opere par l'intermede du sable & d'un grand feu: les Ouvriers en emploient bien d'autres.

1°. On se sert de sable de riviere fin, de celui qui fond bien, & que le feu réduit aisément en verre ou en scories.

2°. En faisant bien chauffer les deux morceaux à souder, & répandant sur leur point de réunion de la poudre de verre de Venise, que l'on y fait fondre.

3°. On peut se servir du mélange de deux onces de cuivre jaune, & autant de litharge: ou bien,

4°. En polissant les endroits qu'on veut souder, y mettant de la poudre de verre, & faisant chauffer au blanc.

5°. Faites une pâte de craie en poudre, & d'eau de gomme: enduisez les endroits que vous voulez souder, & tenez-les au feu.

6°. Si l'on veut se passer de feu, prenez deux onces de sel ammoniac, une de sel commun, deux de tartre calciné, deux de métal de cloches, & six d'antimoine. Pulvérisez le tout, que vous mêlerez; mettez ensuite de cette poudre, de l'épaisseur d'un doigt, dans un linge; faites sécher, & mettez ce linge dans un creuset, sur lequel vous en renverserez un autre; tenez la matiere au feu, jusqu'à ce qu'elle soit fluide; cassez le creuset, tirez la masse qui y sera, & pulvérisez-la: mettez de cette poudre, sur les endroits à souder; faites dissoudre du borax dans de l'esprit-de-vin; trempez une plume dans cette solution, & frottez légérement le fer aux endroits où il est couvert de poudre; il se fera une espece de fermentation & d'effervescence: lorsqu'elle sera finie, l'opération de la soudure se sera aussi.

Maniere de garantir le fer de la rouille.

Les Charlatans en Métallurgie se vantent de quantité de secrets: mais comme les bons & les mauvais sont confondus ensemble, voici ceux que j'ai cru devoir rapporter:

1°. Suivant Kunckel, dans son Art de la Verrerie, prenez de la litharge & de l'huile de lin, que vous réduirez sur le porphyre en poudre impalpable. Mettez cette poudre dans une boëte de tilleul, dont le fond soit si mince, qu'on voie presque le jour au travers; pendez la boëte à l'air, au soleil, ou autre endroit chaud: il sortira à travers le fond une espece d'huile douce & pure, avec laquelle vous frotterez les outils de fer, comme les lames d'épée, &c. ce qui les préservera de la rouille.

On détache aussi très-aisément la rouille du fer,

du fer ; en le frottant avec un linge, fur lequel on a mis une couche d'eau de colle, & faupoudrant cette couche de verre pulvérifé, puis mettant une féconde, même une troifieme couche d'eau de colle & de verre.

Prenez de la meilleure huile, & éteignez dedans cinq ou fix fois du plomb fondu : confervez dans un vafe cette huile, ainfi préparée, en y ajoutant de petites feuilles de plomb, qu'il faut agiter fortement. Pulvérifez enfuite ces feuilles fur le porphyre, auffi finement qu'on le feroit pour l'ufage des Peintres ; mettez cette matiere dans une phiole de verre ; l'huile furnâgera le plomb : telle eft la préparation de cette huile, que l'on affure préferver le fer de la rouille.

3°. Pulvérifez les creufets, dans lefquels on aura fouvent fondu de l'argent ; tamifez cette poudre, & prenez-en 32 onces ; 64 d'émail calciné & préparé ; 32 de mine d'argent, dont on peut néanmoins fe paffer. Pulvérifez, tamifez, & mêlez le tout avec 96 onces de limaille de fer : la poudre fera préparée. Lorfque vous voudrez vous en fervir, il faut imbiber un linge d'huile préparée, mettre deffus de la poudre, & frotter le fer dont on veut détacher la rouille : cela fervira encore à l'en préferver. Pour ce qui regarde l'émail, il faut le calciner & le pulvérifer.

4°. Prenez une demi-livre de graiffe, que vous tirerez des ongles de bouc, une demi-livre d'huile d'amandes, 8 onces de camphre, 24 parties de plomb brûlé avec du foufre & pulvérifé ; faites une pâte du tout, & frottez-en le fer : on prétend que la rouille ne l'attaquera point.

Voici comment on brûle le plomb avec le foufre. Sur du plomb fondu, jettez du foufre en poudre ; remuez avec une baguette de fer ; vous aurez une poudre noire.

5°. Prenez de la pierre ponce, en Suédois *bimften*, de l'étain, de la cendre, de l'émail, pulvérifés & tamifés : prenez de cette poudre fur un linge, ou un morceau de bois, & frottez le fer.

6°. Prenez 8 onces d'aimant, 8 de limaille de fer, 8 de pierre ponce, 8 de graiffe tirée des ongles de bouc, & une once d'autre graiffe : pulvérifez les matieres dures ; mêlez-les avec les graffes, & faites-en un total par le moyen du porphyre. On dit que cela préferve admirablement le fer des attaques de la rouille.

7°. Mettez de l'hématite dans un pot de terre bouché ; placez le pot dans le four d'un Potier. Par la calcination, elle devient friable. Réduifez-la, en y joignant de l'eau & à l'aide de deux meules, en une poudre impalpable que vous mettrez dans un vafe. La poudre fe précipitera : décantez l'eau, & faites fecher la poudre, elle eft préparée. Par fon moyen, on polit à merveille les outils de fer & dacier, & on les préferve de la rouille.

8°. Mêlez de l'huile avec du cinnabre en poudre ; frottez-en le fer : on dit que la rouille ne s'y attachera jamais.

9°. Prenez quatre livres de pierres à feu calcinées & pulvérifées, 2. onces de tartre, 2. d'alun ; mêlez le tout avec de l'eau ou de l'huile : ce mélange enlevera la rouille. Si enfuite on frotte légérement le fer d'huile de brique, il n'y fera plus fujet.

10°. Faites bouillir enfemble des feuilles de plomb & de l'huile : tenez-les enfuite pendant quelques jours au foleil, ou autre endroit chaud, pour purifier ce mélange ; & frottez le fer avec cette huile.

11°. Jettez de la chaux vive fur le fer ; humectez un peu la chaux avec de l'eau, on dit que cela détache la rouille. Frottez enfuite le fer avec un charbon éteint dans l'huile ; on affure que cela eft excellent pour l'en préferver.

12°. On dit auffi que la graiffe de porc y eft très-bonne.

13°. On peut encore amalgamer du mercure & de l'étain, & en frotter le fer.

14°. Prenez de l'huile, dans laquelle on aura éteint plufieurs fois du plomb fondu, de la graiffe de poule, & de la cire fondue avec l'huile ; mêlez le tout, & frottez-en le fer. En voilà affez fur cette matiere.

§. XXVII.

De la maniere de fendre & couper le fer en baguettes, ainfi que de l'étendre & l'applatir fous les cylindres, telle qu'elle fe pratique dans le pays de Liége, en Angleterre & en Suede.

A Liége.

Aux environs de Liége, il y a plufieurs Fenderies pour applatir le fer, & le couper en verges. Il y en a auffi en Allemagne & en Angleterre. *Voyez la Planche IX*, qui repréfente au naturel cette double opération.

On prend du fer en bandes : quelquefois épaiffes de deux doigts & larges de quatre : on les caffe de la longueur d'environ une aune (1). Dans quelques Fenderies, le four eft fimple ; dans d'autres il eft double. On y place les bandes de fer. Le cendrier eft fous le foyer. On met dans un four environ 200 morceaux de fer, que l'on arrange obliquement les uns fur les autres afin que la flamme & le feu puiffent aller librement par-

(1) Un pied 9 pouces.

tout. On les dispose ainsi afin qu'ils forment une espece d'arc sous lequel on met les charbons fossiles. Les morceaux de fer ainsi chauffés au feu de réverbere, sont tirés du four pour être applatis sous deux cylindres d'acier.

Lorsqu'un morceau de fer, de la dimension que nous venons de dire, a passé sous les cylindres, il est allongé & étendu de façon qu'il a deux aunes de long & six doigts de large. Les morceaux ainsi applatis se remettent une seconde fois au four; & quand ils sont chauds, on les repasse sous les cylindres qui leur donnent environ cinq aunes de longueur. Lorsque le fer sort d'entre les cylindres, un Ouvrier le saisit avec une tenaille, & le présente aux taillans, qui le divisent en trois, quatre, six verges, suivant qu'on le juge à propos. Une fenderie qui travaille tous les jours, peut fendre 5 à 6000 poids de marine de fer dans un an.

L'utilité de cette opération est de disposer le fer à être employé à différents usages, en épargnant le temps, les charbons & le travail.

Il faut observer que pendant que le fer passe entre les cylindres ou les taillans, il y a un courant d'eau qui tombe continuellement sur les cylindres & le fer rouge. On croit que sans ce secours le fer passeroit difficilement: d'ailleurs les cylindres qui sont d'acier, s'échaufferoient & perdroient leur dureté. Quant à ce qui regarde le détail de la machine, & les fours, les desseins de la *Planche IX. fig. 29.* en donneront une idée plus nette que ne pourroit faire une description.

En Angleterre.

Dans ce Royaume, il y a aussi plusieurs manufactures pour applatir le fer suivant la longueur des bandes, & le diviser en lames minces propres à façonner des cercles, avec lesquels on relie les vaisseaux destinés à recevoir les liquides. On y amincit encore le fer en feuilles, dont parties sont étamées: mais on dit qu'à ce travail on perd la 20e. partie du fer, & même d'avantage, s'il est d'une mauvaise qualité.

En Suede.

Il n'y a pas long-temps qu'à *Wedewaug*, en Suede, on a aussi établi une fenderie, dont on peut voir les proportions dans la *Pl. IX. fig. 29. A*, sont les grandes roues à eau avec leurs arbres; le diametre des roues est de 17 à 18 aunes (2); les arbres ont 22 pieds de longueur. *CE*, sont les roues dentelées, qui ont cinq pieds ½ de diametre, & qui portent 28 dents. Les roues, qui leur correspondent, ont cinq pieds de diametre. Celles dentelées sont un peu plus haut. *D*, sont les cylindres ou les axes de fer quarrés qui sont serrés dans les arbres. *E*, est la place des cylindres qui applanissent le fer. A la partie postérieure de cet attelier, est le four de réverbere pour chauffer le fer. Derriere le four est la petite boutique pour forger les outils: elle est munie d'une grosse enclume pour forger le taillant à couper le fer. Cette enclume a 20 pouces de long, & 9 de large. *F*, est l'équipage des taillans; & à l'angle du bâtiment, il y a un plus grand four pour chauffer le fer. L'intérieur de cet attelier, sans compter la boutique ni le four de réverbere, à 40 pieds de long sur 30 de large. *G*, sont les rondelles aciérées pour couper le fer. *H*, les cylindres pour l'applatir. Ils sont de fer, & les rondelles sont forgées au marteau. *B*, le grand four de réverbere est un peu élevé: il est voûté en-dedans comme un four à cuire pain. Il y a de gros barreaux, à la distance d'un pouce les uns des autres, dont les bouts sont arrêtés dans les murs. C'est sur ces barreaux, que l'on pose & arrange le fer destiné à la fente

On ne se sert pas là de charbons fossiles, comme dans les environs de Liége, mais de bois coupé de la longueur de deux pieds ½, ou trois pieds. On chauffe le four pendant 24 heures; ensuite on y met du fer 2500 ou 3000 à chaque fois. Lorsqu'il est assez chaud, on le présente à l'aide d'un tenaille, aux cylindres pour y être aminci; ensuite on le livre aux taillans pour être divisé. Dans l'espace d'un an, on peut refendre 2600 poids de marine de fer.

Il y a aussi à *Aswedstad* en Suede, un petit équipage pour applatir & fendre le cuivre & le fer. Les taillans y ont le double de grandeur de ceux ordinaires. Non-seulement ils servent à fendre le fer, mais encore le cuivre. Dans cet attelier, on n'applatit pas le fer: mais une barre chauffée est d'abord fendue en 3 ou 4 parties, suivant sa longueur. Les baguettes de fer n'en sortent pas droites comme dans les fenderies précédentes; toutes courbées qu'elles sont, on les employe aux mêmes usages.

D'une machine à fendre le fer à Stiernsund *en Suede.*

Il y a une autre machine nouvelle pour couper le fer en barreaux, exécutée à *Stiernsund*, & inventée depuis quelques années, par le très-noble & très-expérimenté Seigneur Christophe Polhemus, Conseiller du Collége Royal du Commerce de Suede. On chauffe les barres de fer au blanc, dans un four qui est aussi long qu'elles. On ne les applatit point; mais sur le champ,

(2) 29 pieds ¼, ou 31 pieds ⅕.

& au moyen d'une certaine machine, on les divise en trois, suivant leur longueur. Il y a un fer qui presse & qui coupe des deux côtés comme une tenaille qui seroit fortement pressée entre deux fers de côté, qui sont aussi aigus & coupans, au moyen d'une roue-à-eau & de leviers (3). La barre chaude mise dans la tenaille, est par ordre & peu à peu, c'est-à-dire, successivement coupée en trois, suivant sa longueur. Les petites barres ainsi coupées sont très-courbes & peu unies ; mais sur le champ on les remet au four, pour les unir ensuite sous un marteau ; après quoi on met ce fer en paquets, & il s'appelle alors *klippjern* : cela veut dire *fer coupé*.

(3) Il n'est pas aisé d'entendre le jeu de cette machine.

Fin de la premiere Classe.

SECONDE CLASSE.

Des Mines, & Pierres de fer, & des différentes manieres de les essayer.

§. I.

De l'Essai des Mines de fer par l'aimant.

Les Anciens négligeoient d'essayer la mine de fer, tant parce que ce métal est commun, que parce que les essais exigent un très-grand dégré de feu. Ils croyoient que l'aimant leur suffisoit ; & voici ce que Erker nous dit de cette méthode.

Si vous voulez essayer la mine de fer, il faut la calciner (d'autres l'essaient sans la calciner), la pulvériser, & sur cette poudre, rouler une bonne pierre d'aimant. Tout ce qui est fer, s'y attache, & s'enleve avec une patte de lievre. On présente de nouveau l'aimant, & on recommence jusqu'à ce qu'il ne reste plus que la pierre ou des matieres qui ne contiennent point de fer. On voit par-là si la mine est riche, ou non, parce que l'aimant n'enleve que les particules du fer.

Pour ce qui regarde la mine d'acier, dont parle Erker, & qui ressemble assez à la mine de fer, & au spath jaunâtre, il dit qu'elle n'est pas attirable par l'aimant, non plus que quelques autres especes de mines de fer : mais si on la calcine, elle prend la couleur d'une très-riche mine, & l'aimant l'attirera même plus aisément que celle du fer. Lorsqu'on en aura tiré une certaine quantité, il conseille de la faire passer par les foyers ordinaires d'essais pour connoître sa richesse, sa nature & sa valeur.

Mais cet essai par l'aimant est très-superficiel, & ne donne rien de plus assuré que le coup d'œil des Connoisseurs. L'aimant enleve beaucoup de la pierre jointe à la mine, & on ne peut point compter sur ce qui s'y attache, à moins que la mine ne soit réduite en poussiere impalpable, & qu'elle n'ait essuyé plusieurs lotions & calcinations : même après avoir plusieurs fois réitéré ces préparations, on ne peut pas espérer que le résidu soit purement martial.

Il y a, comme le dit Erker, plusieurs mines de fer qui ne sont pas attirables par l'aimant ; celles, par exemple, qui ont beaucoup de soufre : aussi conseille-t-il de les calciner, sans quoi cet essai seroit inutile.

D'ailleurs on sçait que l'aimant n'attire pas beaucoup de corpuscules de fer, lorsqu'ils sont accrochés par des parties salines : il n'agit pas non plus sur le fer le plus pur, réduit en safran ou en rouille ; sur l'ochre martial ; la mine de marais ou des lacs ; les battitures qui tombent des enclumes ; ni sur le fer combiné avec l'antimoine ; celui qui est vicié par trop de soufre, comme les pyrites non calcinées, &c.

On a fait avec l'aimant bien des expériences pour sçavoir avec quel dégré de feu il attiroit le fer, mêlé aux soufres & aux sels : mais je ne veux rapporter que celles que le sçavant Henckel nous a données dans sa Pyritologie. Si on grille, dit-il, dans un fort feu une pyrite ferrugineuse, & qu'on la réduise en une terre d'un rouge-brun, l'aimant attirera cette poussiere aussi facilement qu'il attireroit de la menue paille. Si on réduit cette poudre en fer, l'aimant l'attire encore. Au reste, il n'y a aucune espece de pyrite que l'aimant n'attire, lorsqu'on en aura chassé les soufres. Essayez quelles pyrites vous voudrez, des vitrioliques, d'autres trouvées dans l'eau, dans les pierres, même les pyrites cuivreuses, quand bien même il y auroit une certaine quantité de cuivre, sans être excessive, & le soufre arsénical qui se trouve en Saxe, l'aimant les attirera.

On a essayé plusieurs pyrites cuivreuses, venant de différentes minieres : après que leur soufre a été chassé, l'aimant a agi sur elles, mais non pas avec tant d'activité que sur des pyrites ferrugineuses. On a remarqué que la force de l'attraction étoit différente, suivant le dégré de calcination & d'évaporation des soufres. Jusqu'à présent, il a été difficile de reconnoître jusqu'à quelle quantité le cuivre pouvoit être mêlé au fer, sans nuire à l'action de l'aimant, l'expérience ayant appris que souvent dans les pyrites, il y a une partie considérable de cuivre, & une médiocre de fer. D'ailleurs, il peut se trouver dans les pyrites d'autres substances, qui empêchent l'effet de l'aimant. Henckel, dit avoir mêlé dans un creuset un demi-quintal de limailles de fer, & un quintal & demi de cuivre, ce qui lui a donné un régule d'un quintal & demi, & quatre livres, qui, étant divisé en parcelles, étoit attiré par l'aimant, quoique dans ce mélange le cuivre fût au fer, comme 2 est à 1, & même moins : d'où il conclud que l'aimant attire une partie de fer, mêlée à 2 de cuivre.

Il a fait, en même proportion, un mélange d'or & de fer, qui a été attiré par l'aimant : la même épreuve a été faite, avec pareil succès sur l'argent.

Le fer s'amalgame avec l'étain, & l'aimant agit assez puissamment sur le régule : ce qui est tiré de *Rœsler*.

L'amalgame du fer & du zinc donne un régule tenace ressemblant à l'argent, & que l'aimant attire très-bien.

Si on mêle du fer & du bismuth, on obtient un régule très-cassant, semblable au bismuth : & quoiqu'il y ait $\frac{3}{4}$ de bismuth contre $\frac{1}{4}$ de fer, l'aimant l'attire.

Il attire aussi le fer mêlé avec du cuivre jaune, qui doit sa couleur à la calamine qui y est jointe.

L'aimant exerce encore son action sur le régule d'arsenic & de fer, & même sur l'orpiment & l'arsenic, tirés par la sublimation d'une mine ou marcassite arsénicale, & fondus avec une partie de fer.

Il refuse d'attirer le fer, mêlé avec l'antimoine ou avec la pierre *de tribus*, (c'est ainsi qu'on l'appelle), quoique fondue en une masse avec le fer.

Il ajoute que l'aimant exerce sa vertu sur un régule, par parties égales, de fer & d'étain.

Sur l'amalgame de ces deux derniers métaux, voici ce que nous dit Rœsler : Comme en plusieurs endroits d'Allemagne la mine d'étain est mêlée de fer, au point que le quintal en contient 20 à 28 livres, que l'on tenteroit inutilement d'enlever avec le secours de l'aimant, il conseille d'abord de pulvériser la mine d'étain, ensuite de la calciner, & par le moyen de l'eau de séparer les parties du fer de celles de l'étain. Il convient cependant que l'aimant peut être de quelque secours pour faire cette séparation, en broyant & lavant plusieurs fois la mine, & la séchant à plusieurs reprises ; ce qui pourroit s'exécuter sur un banc de bois propre au lavage, en promenant l'aimant sur la poudre humide, & en le présentant en différents endroits, le plongeant ensuite dans l'eau, pour en détacher ce qu'il auroit attiré. Voyez l'*Histoire de l'Aimant*, qui vous apprendra bien des choses là-dessus.

§. II.

De l'essai de la mine du fer dans le creuset.

Le plus sûr est d'essayer la mine de fer, à peu-près de la même maniere que l'on essaie celle de cuivre. Prenez un quintal de mine de fer, deux quintaux de flux noir, un de sel ammoniac, un demi de borax, un quart de suie, un quintal de tartre, un de fiel de verre, *glasgall*, & un quart de poudre de charbon : vous pouvez ajouter de la poudre de verre crystallin. Tout cela mêlé ensemble, donne le meilleur menstrue pour essayer une mine de fer ; mais, avant que d'en venir à l'essai, il faut d'abord réduire en petits morceaux la mine de fer, comme on le pratique pour le cuivre, & la calciner, ensuite l'écraser davantage, & la calciner, de nouveau : recommencer ces opérations, jusqu'à ce que la mine soit entierement privée de soufre, & réduite en poudre impalpable. Voilà ce que vous pratiquerez, lorsqu'il s'agira d'une mine qui a beaucoup de soufres, d'arsenic & de phlogistique : autrement, une simple calcination suffira. Mettez dans un creuset la mine ainsi calcinée, & mêlée avec le fondant dont nous venons de parler ; couvrez-la de l'épaisseur d'un doigt de sel commun : mettez un autre creuset dessus, & luttez-les exactement, de crainte qu'il n'y entre des charbons, qui gâteroient le mélange. On place ces creusets dans un fourneau à manche, qu'en Suede on appelle *æschia*, dans lequel il y a une espece de creuset renversé, éloigné de trois doigts de la thuyere, & à un doigt sous le vent. On place sur ce dernier creuset, les deux autres qui contiennent le mélange. A la distance de la main, on fait tout autour un mur avec de la brique, pour retenir les charbons. Après avoir empli ce vuide de charbons d'une moyenne grosseur, & en avoir couvert le creuset, on les allume par le dessus, en y appliquant un charbon enflammé, qui, petit-à-petit, met tout le reste en feu, & échauffe le creuset par dégrés. Lorsque le sel a décrépité, on donne le vent,

vent, & on continue de souffler pendant 30 ou 40 minutes, plus ou moins, suivant la capacité du foyer, la force du vent & la qualité de la mine. Il faut pendant ce temps veiller à ce que les creusets ne manquent point de charbons : ils doivent en être toujours couverts. Lorsque la fusion est faite, on tire, à l'aide d'une tenaille arrondie, le creuset du feu, & on le pose sur une plaque de fer, à laquelle on donne quelques coups, pour que tous les grains de fer, répandus dans les scories, se joignent au régule. On peut, à l'inspection de la flamme, juger quand la fusion est faite. Les fondans, tant qu'ils travaillent, donnent une couleur jaunâtre, qui passe au bleu quand l'opération est finie. Lorsque les mines de fer sont rebelles à la fusion, comme l'hématite, le schist ou *glascopf*, comme on l'appelle en Suede, il faut préalablement les calciner dans un creuset sous la moufle, & joindre au sel commun dont on couvre le mélange, des coquilles d'œufs, ensuite tenir le tout au feu pendant une heure entiere.

On peut employer aussi le sel alkali, surtout si la mine est imprégnée de quelque sel minéral nuisible.

On a encore essayé de substituer les cendres gravelées aux fondans, dont nous avons parlé : mais on a trouvé que la mine s'étoit changée totalement en scories noires, & que le régule n'avoit pû se rassembler.

Autre Méthode.

SELON d'autres Auteurs, dans un quintal de mine pulvérisée, mettez une demi-once de verre de plomb, trois draghmes du menstrue que l'on emploie ordinairement dans l'essai des mines de cuivre, dont nous parlerons ci-après; mélangez le tout dans un creuset, & mettez par-dessus l'épaisseur d'un demi-doigt de sel commun : bouchez le creuset, & placez-le dans un foyer de forge ou autre. Lorsque le tout est fondu, on retire le creuset, & on le casse pour avoir le grain de fer qui sert à déterminer la quantité & la qualité de la mine qu'on a soumise à l'essai. Le menstrue dont nous avons parlé, se fait avec une demi-livre de salpêtre, quatre onces de savon de Venise, & une petite partie de fiel & de poudre de verre du même pays.

Il faut observer, 1°. que pour être essayée, la mine de fer demande un plus grand feu que celle d'or & d'argent. 2°. Que si on fond dans le creuset la mine toute crue, comme elle a beaucoup de soufres, il périt beaucoup de fer, & on ne peut découvrir sa qualité, d'où il suit que la mine doit être préalablement calcinée. 3°. Si à la mine de fer pur, on mêle de la poudre de verre de Venise ou autre, les scories que l'on obtient, sont de couleur de fer : mais si la mine est cuivreuse, les scories sont de couleur verte.

Autres Méthodes.

VOICI quelques autres essais que j'ai tirés des Collections curieuses de Chymie-métallurgique. Je laisse à l'expérience à décider quelle foi on y doit ajouter : les trois précédents doivent suffire.

1°. Prenez deux parties de flux noir, & deux de poudre de verre, une partie de *caput mortuum*, qui reste après la distillation de l'eau-forte, une partie de poudre de charbon, & $\frac{1}{8}$ d'antimoine : pulvérisez & ajoutez une quantité relative de mine de fer. On dit que par ce moyen on a la vraie quantité du fer.

2°. Prenez deux parties de verre de Venise, une de flux noir, une de poudre de charbons, une de *caput mortuum* ci-dessus, $\frac{1}{8}$ d'arsénic & $\frac{1}{8}$ d'antimoine : pulvérisez & mêlez-y la quantité requise de mine ; mettez au vent le creuset qui contient ces matieres, qui vous donneront la quantité de fer contenue dans la mine essayée.

3°. Pulvérisez, mêlez & fondez comme ci-devant deux parties de fiel de verre, deux de tartre, une de verre de Venise, une de sel alkali, & une de poudre de charbon.

4°. Prenez une partie de mine de fer, deux parties de flux noir, deux de fiel de verre, une demi-partie de poudre de charbon, autant de poudre de verre blanc, du sable fin à volonté : mêlez le tout dans un creuset avec du sel fondu ; couvrez le creuset ; laissez allumer lentement. Lorsque le creuset sera échauffé, faites marcher le soufflet. La fusion faite, vous trouverez au fond le grain de fer, comme on trouve celui de cuivre dans l'essai de ce dernier métal.

5°. Prenez une partie & demie de *caput mortuum* provenant de l'eau-forte, cuite trois fois dans l'urine, & que l'on délaie ensuite dans une quantité d'eau de pluie pour la filtrer & crystalliser, une partie d'arsénic blanc, une de nître, une de tartre : pulvérisez & mêlez le tout, en y ajoutant une partie de mine de fer pour deux parties de ce mélange : fondez ensuite ; vous obtiendrez un régule des plus beaux : & si vous le voulez encore plus purifié, il n'y a qu'à le refondre avec le même menstrue.

§. III.

De l'essai du fer & de sa mine pour sçavoir ce qu'il y a d'or & d'argent.

NOUS parlerons plus amplement de cet essai dans le Traité de l'or & de l'argent. Je crois cependant qu'il est à propos de rapporter ici une ou deux méthodes de faire cet essai.

1°. Suivant Kellner, dans son Art des essais, il faut faire une lessive de cendres de hêtre & d'urine, dans laquelle on fait éteindre plusieurs fois le fer qu'on fait rougir jusqu'à ce qu'on l'ait rendu cassant au point qu'on puisse aisément le pulvériser. Il faut ensuite faire une autre lessive d'une partie de chaux & une partie de nître dans laquelle on fera cuire le fer, réduit en poudre; pulvérisez ensuite la masse qui en résultera, & mêlez-la avec de la mine de plomb, à laquelle vous ajouterez une petite partie d'antimoine: fondez le mélange dans un creuset: faites passer le régule à la coupelle, & s'il y avoit quelques parcelles d'or, vous les aurez dans l'argent.

2°. Prenez du fer, de celui qui se trouve dans les affineries en grand pour le cuivre; faites-le chauffer, & à chaque fois éteignez-le dans l'urine jusqu'à ce qu'on puisse le réduire en poudre: faites chauffer cette poudre, & la pilez dans un mortier; versez dessus de l'eau-forte qui la dissoudra, & se chargera de tout le fer. La chaux de l'or tombera au fond: ramassez-la, édulcorez & fondez à l'ordinaire: par ce moyen vous aurez l'or qui étoit recelé.

3°. Calcinez de l'acier de Stirie, & mettez-le au feu de réverbere avec du soufre, jusqu'à ce qu'il soit réduit en une poudre rouge & légere: ajoutez à cette poudre six fois sa pesanteur de plomb, avec un menstrue, composé de verre arsénical & d'autres sels, & fondez dans un creuset qu'il faut enduire de craie en-dedans. Tenez ce mélange au feu pendant six heures, jusqu'à ce qu'il soit liquide comme de l'eau: refroidissez & détachez le régule. Les scories seront noires, mais transparentes comme du verre. Passez le régule à la coupelle selon l'art. Ces trois méthodes sont de Kellner: en voici d'autres de quelques autres Chymistes.

4°. Réduisez le fer en limaille très-fine. Fondez un quintal de ce fer, avec seize quintaux de plomb grénelé, & un quintal de verre de plomb, comme vous feriez pour une mine sulfureuse, rebelle & réfractaire. Cela formera des scories. L'or & l'argent se retireront dans le plomb, dont il faudra les séparer par le moyen du feu.

On croit qu'il vaut mieux réduire d'abord le fer en régule avec deux parties d'antimoine, fondre ensuite le régule avec du plomb. Faites, à l'ordinaire, passer le plomb à la coupelle, ou réduisez-le en scories par le moyen du nître.

5°. Mettez un demi-quintal de limaille de fer dans un vaisseau de verre propre pour l'évaporation; versez dessus du fort vinaigre: bouchez le vaisseau pour que rien ne s'évapore: placez-le au bain de sable, & lorsque pendant un jour la liqueur se sera chargée de tout ce qu'elle peut porter, ôtez la matiere qui est au fond, & mêlez-la avec un quintal de verre de plomb; ajoutez huit quintaux de plomb, & fondez comme vous feriez pour une mine réfractaire. On dit que par ce moyen on a la quantité d'or & d'argent qui y étoit contenue. Au lieu de vinaigre, on peut employer le phlegme de l'esprit de sel, ou de vitriol.

6°. Mêlez un demi-quintal de limaille de fer avec un quintal de soufre; tenez le mélange à une chaleur médiocre, il suffit que le soufre fonde & qu'il pénetre le fer: c'est le moyen d'enlever au fer sa qualité métallique. Chassez ensuite le soufre par un feu de calcination, & laissez refroidir: pulvérisez ce qui reste, mêlez-y deux parties de verre de plomb & douze de plomb; recommencez la calcination, & fondez comme vous feriez pour le traitement d'une mine d'argent difficile.

7°. Prenez une demi-partie de limaille de fer, une demie de marcassite aquatique qui ne tienne point d'argent, douze parties de plomb, & faites l'essai comme vous le feriez pour une marcassite crue tenant argent. Le soufre, qui est dans la marcassite, divise le fer, & le réduit en scories: il le dispose à laisser entrer le plomb, ce qui n'arriveroit pas si on n'avoit pas chassé les soufres du fer.

8°. Fondez ensemble, dans un creuset, une demi-partie de fer & une partie d'antimoine; calcinez ensuite dans une coupelle; pulvérisez & mêlez-les avec le dissolvant & le plomb: procédez comme vous feriez pour une mine d'argent difficile & dure.

9°. Mêlez du fer avec de la mine de plomb, & fondez-les à travers la poudre de charbon, comme on fait à Goslar, parce que dans la mine de plomb il y a de l'antimoine qui se saisit du fer, le consume presque en entier, ou le réduit en scories.

§. IV.

De la maniere d'éprouver & de connoître la qualité du fer crud & du fer forgé.

Pour ce qui regarde le fer crud, on juge d'abord de sa qualité par la couleur qu'il a à la cassure, par son grain, sa légéreté, son poids, sa ténacité, sa fragilité; mais sur-tout parce qu'on découvre à sa cassure. Si elle présente des lames grandes & brillantes, & qu'en même temps le fer soit très-cassant, c'est une marque que la mine n'a pas été bien cuite & bien purifiée, c'est-à-dire, qu'elle n'a pas été assez purgée de tous ses vices: mais comme les indices les plus apparents sont souvent trompeurs, on ne peut rien décider de sa nature que lorsqu'on la travaille, & qu'on le recuit au foyer de la forge pour

le tirer en barres ou barreaux. C'eſt alors qu'il eſt aiſé de juger de ſa qualité, & des uſages auxquels il eſt propre. Il n'y a point de preuves ni d'indices plus ſûrs : car il y a du fer crud très-caſſant qui peut être réduit en fer pur, & très-ferme par le moyen de l'affinage à la forge. Il y a auſſi du fer crud très-ferme & très-tenace, qui cependant fond avec peine, & qui, vicié par le ſoufre, tombe en morceaux ſous les coups du marteau, ſi facilement, qu'il n'eſt pas poſſible de le mettre en barres. Voilà pourquoi la recuiſſon du fer crud eſt la preuve la plus aſſurée de ſes qualités bonnes ou mauvaiſes.

Les Ouvriers en jugent par les ſcories, leur couleur, leur fluidité, leur qualité, ou par la flamme & pluſieurs autres indices, mais ſur-tout par le mélange d'une eſpece de fer avec une autre, connue pour être d'une meilleure ou plus mauvaiſe qualité. Le fer, qui ſeul peut être travaillé & amené à une qualité excellente, eſt de la meilleure eſpece. Il y en a qu'il faut abſolument mêler avec d'autre fer crud d'une meilleure qualité, & cela dans les proportions ſuivantes de $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, &c. Au moyen de ce mélange on obtient un fer propre à toutes ſortes d'uſages.

On juge ſur-tout de la bonté du fer crud, lorſqu'on peut le battre en lames très-minces. S'il n'eſt pas de la meilleure qualité, on ne peut le réduire en feuilles, ſinon très-caſſantes, & défigurées par des fentes, des crevaſſes, des inégalités déſagréables, & autres vices qu'on peut remarquer dans le fer en feuilles.

Quant au fer forgé, on connoît auſſi ſa qualité à la caſſure. Une eſpece eſt tenace à chaud, & caſſante à froid, de façon qu'une barre ſe mettra tout à la fois en pluſieurs morceaux. La raiſon eſt que cette eſpece caſſante à froid, eſt totalement dénuée de ſoufre, & du gluten métallique. Outre cela il y a différents dégrés de la même eſpece de fer; l'une eſt plus fragile; l'autre moins. Plus il eſt fragile, plus il eſt de mauvaiſe qualité. Les barres de fer de cette eſpece paroiſſent extrêmement polies & ſe dreſſent bien ſous le marteau, parce qu'il cede aiſément aux coups. On ne voit point dans les angles de fentes tranſverſales, parce qu'il eſt très-tenace étant chaud, & ſemblable à une maſſe de verre. Aux points brillants & aux grains qu'offre ce fer dans ſa caſſure, on connoît ſa qualité. Si les lames ſont grandes & brillantes comme des yeux ou des rayons, c'eſt une marque qu'il eſt encore crud, mal purifié, & propre à peu de choſe. On en porte un jugement tout différent ſi les grains ſont très-petits, comme nous le dirons ci-après.

L'autre eſpece de fer forgé eſt celui qui eſt très-caſſant à chaud, & très-tenace à froid. Il eſt plus difficile de juger de celui-là par les grains & les points brillants. Le fer de la meilleure qualité doit être très-tenace à froid & à chaud, ce qui vient de la quantité de ſoufres dont il eſt imprégné. L'eſpece dont nous parlons, ne cede pas aiſément aux coups de marteau. On vient difficilement à bout de le dreſſer & de l'unir. On ne peut aviver les angles : on y voit une quantité de fentes tranſverſales, & il eſt rude au toucher. Malgré cela, le plus ſûr eſt d'en façonner une feuille, ou quelque outil délicat. S'il eſt trop ſulfureux, en l'amincissant il caſſera en pluſieurs morceaux ſous les coups de marteau.

Il y a auſſi du fer qui participe des deux qualités, c'eſt-à-dire, qu'il eſt très-tenace à froid & à chaud. Il n'a que la quantité ſuffiſante de ſoufre, & le mélange juſte de ſes parties conſtituantes : il eſt très-ferme, ſe bat bien, ſe pollit à merveille; & ſa ſubſtance eſt compoſée de fibres qui vont ſuivant la longueur des barres.

Il y a une autre eſpece déteſtable, qui eſt caſſante à chaud & à froid; qui s'étend difficilement ſous le marteau, & qui étant étendue, caſſe & rompt de toutes parts, pour peu qu'on la veuille plier. Celle-là eſt totalement à rejetter.

Il me reſte à parler de la maniere uſitée en Suede & en Angleterre, d'eſſayer la qualité du fer, lorſqu'on en vend une certaine quantité, & qu'il eſt deſtiné à être embarqué pour paſſer chez l'Etranger, les Marchands étant bien aiſes de s'aſſurer de ce qu'ils achetent.

1°. Ils examinent l'extérieur des barres. S'il eſt rude au toucher; que les angles ne ſoient pas nets; qu'il y ait des fentes, des gerſures; c'eſt une marque qu'il eſt vicié par trop de ſoufres : ils regardent encore s'il eſt également uni & poli par-tout. 2°. Ils choiſiſſent une quantité de barres, environ deux ou trois par cent, qu'ils paſſent, l'une après l'autre, dans une encoche, pratiquée dans un gros bois ou dans un pieu, fixement arrêté dans la terre : d'abord, ils font décrire à la barre un léger arc de cercle, & la ramenent à la ligne droite. Si elle ſouffre la courbure, & qu'elle ſe redreſſe bien, c'eſt un indice d'une certaine ténacité. Ils recommencent à la plier, & à lui faire faire un ou pluſieurs tours, en la ramenant enſuite à la ligne droite : ſi la barre peut ſouffrir cette épreuve, c'en eſt aſſez, le fer eſt autant tenace qu'on peut le déſirer. 3°. Quand ils doutent de la nature d'une barre de fer, ils la jettent de toute leur force ſur un coin de fer, arrêté dans un morceau de bois, ou ſur quelqu'autre point d'appui de fer, & bien aigu; ou bien ils poſent la bande ſur ce coin, & font

toucher deffus avec des maffes : fi les coups marquent fur le fer, fans qu'aucune partie de la barre fe caffe, c'eft un figne de ténacité. Ils emploient encore plufieurs autres moyens inutiles à décrire, pour juger de la ténacité ou fragilité du fer. 4°. S'il fe rompt en plufieurs morceaux, en 2, 3, 4, 5, comme il arrive fouvent, ou bien en plus ou moins de parties, fuivant le dégré de fragilité qui eft dans la totalité de la barre, alors ils ont recours à l'infpection des grains, pour découvrir la nature du fer. Ils le caffent en plufieurs endroits, afin de pouvoir décider fi le vice eft total, ou s'il n'attaque que certaines parties. Souvent une barre caffera dans un endroit qui aura été trop chauffé, ce qui fera un mauvais figne, pendant que le refte de la barre eft d'une bonne qualité. 5°. Les Marchands portent encore de ce fer dans une boutique, pour l'effayer au feu & fous le marteau, & fçavoir fi étant chauffé, il cede aifément aux coups, ou s'il y réfifte : quelle quantité d'étincelles ou d'écailles il jettera. Là, ils ne manquent pas fur-tout de le faire étirer en verge, & façonner en clous très-pointus, & du plus petit volume. Quand ils font forgés, ils les tournent pour les faire caffer, afin d'examiner encore le grain, & de comparer l'état du fer après l'épreuve du feu, à fon état antérieur à l'épreuve. Ils en font auffi battre en feuilles minces, qu'ils plient enfuite & replient, ayant foin de compter combien de fois elles auront effuyé cet effort, pour en juger & décider sûrement du degré de ténacité du fer. Ils le font encore chauffer & tourner en fpirales, en fils groffiers, & autres menus ouvrages de différentes efpeces, qui, à force d'être pliés & repliés, montrent la réfiftance & la force du nerf ferrugineux : enfin, lorfqu'ils font venus à bout de les caffer, ils jugent de fa qualité par l'ordre des grains & des fibres, ainfi que par leur dimenfion & leur couleur.

Au refte, comme on peut, à l'infpection feule des grains, bien juger de la qualité du fer forgé, & que M. de Réaumur a exactement comparé les caffures du fer & celles de l'acier, & qu'il les a même fait deffiner, je vais rapporter ce qu'il nous en a dit, ainfi que les Planches qu'il a fait graver.

Des indices, qui, fuivant M. de Réaumur, fe prennent à la caffure du fer pour juger de fa bonne ou mauvaife qualité.

Nota Swedemborg n'ayant fait que copier M. de Réaumur dans cet article & le fuivant, ainfi que dans le paragraphe cinquieme, où il examine les caracteres diftinctifs du fer & de l'acier, & compare les différentes qualités de l'acier, nous n'avons pas cru devoir donner cette partie : nous allons donc tout de fuite paffer au fixieme paragraphe : 1°. Parce que pour les parties non traduites on peut avoir recours à l'Ouvrage de M. de Réaumur. 2°. Parce que nous ferons ufage, dans nos Mémoires particuliers, des connoiffances de cet illuftre Académicien comme étant un bien appartenant à la Nation.

§. VI.

De la mine de fer, & de fes différentes efpeces dans la Suede.

Les mines du fer, qui fe trouvent dans le royaume de Suede, ne font pas fort différentes les unes des autres : leur extérieur eft affez égal, & d'une couleur qui les annonce ; car, à proprement parler, elles ont toutes, plus ou moins, la couleur du fer, les unes un peu bleuâtre, les autres verdâtre. La principale différence qui les diftingue, c'eft 1°. qu'une efpece plus riche en fer qu'une autre, tire plus fur le noir ou le bleu : ce qui ordinairement vient de la pierre qui y eft attachée, ou de fa matrice. Si c'eft une pierre de corne noire ou autre ; la mine paroît plus noire. Si c'eft une pierre à chaux, ou une efpece de *filex*, de *fpath*, de *quartz*, elle tire fur le bleu. Il y en a même qui tire un peu fur le verd, ce qui vient de la pierre verte, qui y eft jointe : quelquefois elle eft couverte d'une efpece de croûte ou fils d'amiante. D'autres fois la gangue eft très-ferme, & fe caffe en rhomboïdes : c'eft la plus noble & la plus riche efpece. Elle eft compofée de plans égaux, polis & doux au toucher, comme s'ils avoient été frottés d'huile. Suivant fa matrice, la mine eft plus feche, plus difficile, ou plus aifée à fondre : & quelquefois pour en détacher le fer, on eft obligé de la mêler avec une autre efpece, ou d'y ajouter plus ou moins de chaux. 2°. Que les unes font riches, les autres pauvres : leur variété, en ce point, eft fi grande, que les unes donnent 10, 20, 30, 40 ; & les autres 50, 60, 70, 80, & même 90 livres de fer par quintal. 3°. Qu'une efpece eft gâtée par beaucoup de foufre & de cuivre, de façon que l'on voit briller çà & là les particules du foufre, lefquelles font enfermées dans la contexture intérieure, ce qui donne du fer caffant à chaud, tandis qu'une autre efpece n'a prefque point de foufres ni de cuivre, eft ordinairement riche & donne du fer caffant à froid. En un mot, la mine de fer de nos pays froids, a toujours quelque chofe de défagréable dans fa figure, & ne réjouit point les yeux par fes différentes couleurs, comme dans les autres contrées. Cependant, nous en trouvons prefque par-tout, & nous avons de très-grands efpaces, des montagnes entieres, qui ne font autre chofe que des amas de mine. Tel eft le mont *Taberg* en Oftrogothie, le territoire de *Norberg* en Dalécarlie, & fur-tout à *Gringierde*, où une montagne entiere dans l'étendue de plufieurs mille pas, tant en longueur que largeur, & à quelque profondeur que l'on creufe, renferme uue mine de fer qui rend 60 à 80 livres

par

par quintal : on peut dire que c'est une montagne de fer. Pour s'en procurer, on n'a d'autre peine que de faire sauter, avec de la poudre, de très-gros quartiers ; & de les rouler au bas de la montagne. Un Poëte diroit que c'est le magasin de Mars, capable de fournir des armes à tout l'univers pendant plusieurs siecles, s'il n'étoit pas cassant. Le gouvernement a donné à ceux qui font valoir des fourneaux à proximité des parties de cette montagne, & a distribué à chacun son canton, comme un Propriétaire de fonds partage ses champs à ses Fermiers : suivant l'essai qui en a été fait, la qualité de la mine est la même au bas de la montagne qu'au-dessus.

On trouve de la mine de fer mêlée avec des mines d'autres méraux, comme 1°. avec la mine de cuivre à *Fhalun*, *Schilo*, & presque dans toutes les minieres de cuivre. Quelquefois ; il y a moitié de chaque espece différente, comme à *Schilo* ou *Riddarhyttan*, en Suede & ailleurs : on a aussi trouvé du cuivre natif, mêlé à une mine de fer très-riche. D'un côté, étoit rangé le cuivre natif très-pur, de l'autre le fer & dans le milieu du safran de mars, ou du fer dissous par l'acide du soufre, remplacé à la fin par du cuivre, de façon que dans ces morceaux, on voyoit clairement la naissance du cuivre : le fer étoit d'abord changé en une espece de safran, auquel le cuivre succédoit. 2°. On trouve souvent du fer dans les pyrites, lesquelles en donnent depuis 5 jusqu'à 40 livres par quintal, ainsi qu'on peut l'éprouver dans la miniere tendre & sulfureuse de *Fhalun*. 3°. On trouve aussi du fer en abondance dans la mine d'argent : telle est celle de Sala, & autres en Suede. Il y a des minieres, dont le quintal de mine donne 20 à 30 livres de fer, & cinq onces d'argent : & d'autres où il rend 70 à 80 livres de fer, avec une ou deux onces d'argent. 4°. On a trouvé en Suede de la manganèse, dont le quintal procuroit 12 livres de fer.

Il y a aussi des mines de fer dans les marais, ainsi que nous l'avons expliqué au troisieme paragraphe de la premiere Classe. On peut l'appeller à juste titre *veine de fer*, parce qu'elle parcourt les lieux marécageux, comme autant de veines ou d'artères. On la trouve principalement dans les lieux septentrionaux les plus froids, & exposés à la neige. Son regne favori est dans le Jempterland, la Dalécarlie & la Bothnie occidentale : on en trouve ailleurs encore quelques traces. Elle ressemble à une terre rouge ou ochre, qui, rassemblée en masse, est cachée sous la premiere couche de terre des marais. Cette espece est d'abord de couleur rouge-obscur, ou châtain, ou roux ; mais séchée, ou exposée à l'air, elle rougit, & sa couleur s'éclaircit. Elle est plus pesante que les autres terres ou limons. Dans quelques endroits, comme dans la Paroisse de *Jarboauhs* dans le Wermeland, on tire de cette mine, non-seulement dans les marais & les lieux humides, mais même dans les prés & les bruyeres les plus seches ; dans les bois, & sur-tout dans le plan incliné des collines ; dans les vallons maintenant desséchés ; apparemment où des eaux stagnantes formoient anciennement un marais, qui, en se desséchant, a laissé le fond à sec. La preuve est, qu'aujourd'hui sur le penchant des bords d'un ancien marais, on remarque que la terre est enrichie de cette ochre ferrugineuse : elle est de même de couleur rousse, mais tirant sur le blanc. Jusqu'à présent, aucune herbe grasse ne peut croître dans ces endroits. Les marais qui possedent ces richesses, sont ceux dont les bords vont en pente, & regardent le midi. C'est-là où on trouve la meilleure mine : mais si le bord incliné du marais est au nord, la mine est moins bonne, n'a aucun soufre, & donne du fer cassant. Il y en a de la noire comme du charbon : c'est la plus mauvaise espece. Il y en a de la verte, comme du buis ou du poireau : elle a quelque chose d'aigu & approchant du sel. Cette espece est plus à fond dans la terre : on l'appelle *mine verte*. Elle est d'une qualité médiocre, & cependant plus riche que la derniere : il y en a encore d'un rouge-obscur. Au tact, on la prendroit pour du sel grossierement broyé : elle est ténace sous la dent, comme de la résine. Elle fond sans addition, est riche, & donne 49 livres de fer par quintal. En Angermanie, il y a trois especes particulieres de cette mine marécageuse : l'une de couleur fauve ou presque brune, qui donne du fer cassant à chaud ; la seconde rouge-brune, très-riche en fer : la troisieme d'un brun tirant sur le noir, & qui donne du fer cassant à froid. A la figure & au sol des marais, les habiles Mineurs sçavent s'ils contiennent du fer ; ils tirent aussi des indices des arbustes & des plantes qui y croissent ; cette mine s'attache par préférence aux racines qu'elle embrasse : l'aimant n'a point d'action sur elle, à moins qu'elle n'ait été calcinée. Comme c'est de cette mine que nous tirons des connoissances de la génération & formation du fer, je me suis attaché dans le triosieme paragraphe de la premiere Classe, à en déduire tout au long les différents caracteres. Voyez *les pages 65, 66, & autres qui suivent.*

On trouve aussi de cette espece de mine, dans presque tous les lacs de la Smalandie & de l'Ostrogothie, d'où on les tire. Il y en a encore en Angermanie : elle est d'un tissu rude & inégal, semblable à une éponge de couleur brune. On en trouve de différentes formes, tantôt en morceaux grands comme la main, tantôt plats, tantôt ronds : dans sa

fracture, elle ressemble à du cuir coupé. Elle est si peu dure, que l'on peut aisément l'écraser entre les doigts : c'est un marais voisin qui la fournit, d'où elle vient se déposer dans l'eau, sous la forme d'un suc très-subtil. Elle se place ordinairement à 18 aunes(1) du bord, & ne va pas plus loin. Elle s'attache aux pointes de rocher & menues pierres du fond, ce qui fait qu'en la cassant, on trouve qu'elle enferme une pierre, ou y tient par quelque côté. On la trouve aussi à travers les racines des cannes & des roseaux, qu'elle semble chercher & embrasser par préférence. Cette mine des lacs est de différentes figures, ronde, ovale, granulée inégalement. Les parties les plus rondes ressemblent à des grains de bled, d'orge, à des féves : dans le milieu & dans la fracture, ces grains sont de couleur de rouille, & jaunes. Ils sont très-légers, & quelquefois enveloppés d'une croûte ou écorce légere, comme une noix ou une amande sont couvertes de leur silique. Souvent on y remarque des convolutions de coquillages : cette mine est très-légere. Son poids & sa couleur n'annoncent pas qu'elle contienne de fer : mais voyez *ce que nous avons dit au paragraphe quatrieme de la premiere Classe, page 72 & suivantes.*

On découvre de l'ochre de différentes figures & couleurs dans une multitude d'endroits, sur-tout dans le voisinage des eaux vitrioliques & médicales, dont il y a un grand nombre. Elle est jaune ou jaunâtre, ou tirant sur le rouge. Si-tôt qu'elle est calcinée, elle est attirable par l'aimant. On trouve des mines de fer par toute la Suede, de façon qu'il n'y a point de minéraux ou de mines d'autres métaux, qui ne contiennent aussi de la mine de fer. On pourroit peut-être en conclure que, plus on approche du nord, & par conséquent des lieux froids & exposés aux neiges, plus on trouve de fer, & meilleur il est ; comme si cette exposition étoit plus favorable à sa formation & à sa maturité.

Outre cela, il y a quelques lacs, dans lesquels on trouve un véritable sable de fer, gris & noir comme le fer même, très pesant & très-riche.

Il y a encore en Suede d'autres especes de mines que je passe sous silence, parce qu'elles ne sont pas abondantes : on croiroit que ce sont quelques parties de fer répandues çà & là. Le célèbre Médecin Bromell, d'heureuse mémoire, en avoit une magnifique collection, ainsi que des autres minéraux de Suede, qu'il avoit promis de donner au Public.

On trouve aussi de l'aimant dans la Lapponie, la Dalécarlie & dans différentes minieres, d'où l'on en tire des morceaux très-considérables. J'en ai vû un composé de trois parties de quartz jaune, sur lequel on voyoit des grains de fer. Il y a encore, mais en petite quantité, des terres bolaires rouges, de l'hématite, du schist, des grenats : ces derniers sont riches en fer. Je n'ai point encore vu en Suede de fleurs, ni de crystallisations martiales, parce qu'il n'y a ni grottes, ni cavernes, ni fentes de rocher, par où le fer puisse chercher à s'étendre.

Dans la Silésie, & aux environs du Danube.

VOLCKMAN, dans son Ouvrage intitulé *Silésie sous-terreine*, fait l'énumération des minieres de fer de cette Province, & dit qu'à *Schreisbersan* la mine est en grains rougeâtres, qui contiennent du fer & de l'or ; qu'à *Lehn*, on tire une pierre brune ou de la manganèse, qui contient du fer ; qu'à *Modlan*, la mine est rouge & jaune ; qu'à *Buntzlau*, elle est grise ; qu'à *Grünthal*, elle est rouge, tant dans les fontaines que dehors ; qu'à *Goldberg*, la mine est sabloneuse & d'un rouge obscur : d'autres ajoutent qu'on trouve encore en Silésie de la mine en grappes, & de l'hématite.

Louis-Ferdinand Comte de Marsilly, dans son tome troisieme du Cours du Danube dans la Hongrie & la Mœsie, donne la description de plusieurs minieres, entre autres de *Konisberg*, & en a fait graver les figures. Il dit avoir dans sa possession une mine de fer enrichie d'or, & qu'on peut, suivant les principes de l'art, extraire des grains d'or une portion d'argent. 1°. Il parle d'une autre tirée d'une miniere au-dessus de *Neudal*, sur les bords du *Gran*. La forme de son échantillon est admirable. Il y en a de figure ronde, d'autres cylindrique. L'extérieur des morceaux ronds est garni de plusieurs pointes, comme le crystal de roche ; ils contiennent ordinairement des marcassites. Les morceaux cylindriques sont percés par le milieu dans toute leur longueur. 2°. Il possede un morceau pésant de fer, qui par sa contexture & ses fibres représente un morceau de chêne. Le fer en est de la meilleure qualité ; sa couleur est jaune - foncé. 3°. Un autre morceau plus pesant de couleur jaune. 4°. Un autre jaune - clair. 5°. De couleur obscure, noire, tachetée de blanc. 6°. Un morceau couleur de sang du côté qu'il tenoit à la terre, couleur qu'il a reçue d'un tuf rouge, mêlé de fer, dont il étoit proche ; & lequel morceau ne paroissoit à l'extérieur qu'une véritable pierre rouge : mais il étoit bien plus dur. 7°. Des fleurs de fer, imprégnées de cinnabre. Ces morceaux

(1) 31 pieds & demi.

croissent dans les vuides que laissent les pierres. Ils sont fragiles comme du verre. Le cinnabre est joint au fer. 8°. Un morceau de fer qui sert de base à du cinnabre, puisque dans le milieu de ce morceau on découvre du cinnabre pur. La pierre de ce morceau ressemble à du gypse. 9°. Un morceau de mine de fer, mêlé avec beaucoup de plomb. Sur l'article des fleurs de fer, il dit que l'on n'en trouve que dans les minieres qui ont des crevasses ou fentes, qui communiquent à la surface de la terre. 10°. Un morceau assez grand de pierres de fer, qui cassé en deux, montre des grains de minium, ou de cinnabre natif, répandus çà & là. La couleur n'en est pas si vive que dans les autres mines de cinnabre. 11°. Un autre morceau dans lequel on découvre du plomb & du cinnabre d'une couleur très-vive. 12°. Une pierre couleur de soufre, trouvée dans la miniere de *Solts*, de forme oblongue, & contournée en *S*, *S*, *S*, entourée d'une couche de cinnabre très-vif. 13°. Un autre fragment de la même miniere. C'est une couche de pierres savoneuses, qui entoure & enveloppe des grains de fer & de cinnabre natif entremêlés : le mercure est en plus grande quantité que le fer. Il a aussi donné la figure de plusieurs marcassites, telle que celle dont la base est de quartz : la marcassite encroutée, parce qu'elle s'est amassée sur un silex, comme du tartre s'attache au vase ; on dit que c'est un sédiment des eaux qui se trouvent dans le plus profond des minieres de *Schemnitz*, & qu'il tient en quelque façon de la nature du plomb : la marcassite composée de grains irréguliers de la nature de son mineral propre, défendue par une enveloppe de fer : une autre marcassite composée de grains plus unis, & tenant de la nature de son mineral propre, avec une pareille enveloppe de fer.

En Angleterre.

Lister, dans son Traité des Eaux médicales d'Angleterre, fait l'énumération des mines de fer, dans lesquelles il comprend celles qui suivent : 1°. L'aimant. 2°. Une mine rouge, brillante comme du sable. 3°. Une autre également rouge, & quelquefois aussi tendre que de l'argile. 4°. L'hématite, dont nous allons parler. 5°. Du fer dans du sable fin, & dans le grais. 6°. La mine de fer qui se trouve dans le voisinage, & même au milieu des charbons fossiles, entre les couches & les fentes des rochers. 7°. La marne. 8°. L'ochre de couleur rousse, provenant de la décomposition des pyrites. 9°. Les pyrites elles-mêmes. D'autres Auteurs ajoutent qu'en Angleterre on trouve encore de la mine de fer jaune, & en Ecosse de la noire ; d'autre brillante comme de l'acier ; de la rouge avec une enveloppe blanche ; du crayon rouge, &c.

En Stirie.

On prétend que l'on y trouve, quoiqu'assez rarement de la mine d'acier natif, brillante comme l'acier lui-même, qui n'est point attirable par l'aimant avant que d'avoir passé par le feu. On dit aussi qu'indépendamment des especes ordinaires de mines de fer, il y en a une dans laquelle on trouve des grains d'or : qu'on trouve aussi dans les fleuves des grains de fer natif, & des fleurs de fer très-blanches, dont nous parlerons ci-après : qu'il y en a qui affectent la figure de bois de cerf, ou de branches de corail, dont on trouve quelquefois des morceaux qui pesent jusqu'à 20 & 30 livres.

En Franconie.

On assure qu'en Franconie on trouve de l'acier & du fer natif ; & qu'il y a des mines sphériques, cendrées, noires, en grappes, que l'on nomme *Scwartzkopff* ; d'autres blanches & jaunes; d'autres noires, fistuleuses, jaunes & aussi légeres que la terre ordinaire ; d'autres jaunes & brillantes, qui représentent diverses figures; d'autres rouges & dures, mêlées avec des mines de cuivre ; d'autres qui dans leur couleur représentent l'arc-en-ciel, ou une queue de paon; d'autres d'un bleu d'azur ; d'autres polies, brillantes & rouges comme du fer ; d'autres violettes ; d'autres spéculaires, avec des points brillants couleur de fer, on l'appelle *Eisenglimmer*, *Eisenmann ;* d'autres spéculaires de couleur brune mêlées avec des mines de cuivre & de spath, & dont aujourd'hui on ne fait plus d'usage.

A Ilmenau sur la Sala.

On y trouve de la mine rouge, & d'autre couleur de fer. Il y en a avec des points rouges & brillants, qui, regardés au travers du microscope, ressemblent à des rubis. Il y a encore la pierre martiale, en forme de pois, & ondulée. Elle a quelque rapport avec un crâne, & l'on y trouve de petites dendrites. Cette mine est de la meilleure qualité.

*Dans le Comté d'*Hohenstein.

Bruchmann rapporte qu'à *Zuerg*, dans la Bohême, on trouve du schist ou *Glaskopff* : qu'il y en a aussi, & en plus grands morceaux, à *Fischbach*, *Bennikenstein* & *Hartznig* : que celui de *Krippenberg* ressemble à du fer natif. Dans les montagnes d'*Ilefeld*, il s'y en trouve encore du plus grossier en morceaux ronds comme des pois ou de l'orge. Il y en a même qui est tissu comme le cerveau, partie rouge, partie couleur d'ardoise.

A *Lindenberg*, *Brandenberg*, *Braufendwaffer*, *Holunder*, le fchift eft en plus petits grains. Le quintal produit 60 livres de fer, & celui du minerai d'*Ilefeld*, en donne jufqu'à 92. On trouve de temps en temps dans ces minieres du jafpe, & un mineral rare, que l'on appelle *Eifenmann* (1), & qui eft fort recherché par les Alchimiftes.

Dans l'Archevêché de Trêves.

On dit que dans cet Archevêché il y a une roche blanche & brillante, qui étant fondue, donne du fer : qu'à *Stahl-Ertz*, il y a une miniere de cuivre qui rend 80 livres par quintal : enfin, que le minerai des minieres de *Muffen* donne une livre d'argent, 42 de plomb, 12 d'acier, & 34 de cuivre par quintal.

Différentes autres efpeces de mines.

Indépendamment de l'aimant, l'hématite, le fchift, & les autres mines les plus riches, on en trouve en plufieurs endroits qui different des mines ordinaires. Il y en a des grifes, des blanchâtres, avec des teintes de jaune, reffemblantes au fpath, & donnant 24 à 32 livres de fer par quintal.

On trouve du fer dans les terres bolaires, les marnes, les ochres, fouvent dans l'argile & autres efpeces de terre. Les dendrites, ou pierres herborifées, & les autres pierres figurées, tiennent auffi communément du fer. Il y a une efpece de mine, qui fe trouve en plufieurs endroits, & qui approche beaucoup du fer natif. Les morceaux en font ou unis, ou anguleux, ou cubiques, ou arrondis. On trouve des cubiques, & de ceux applatis & unis dans plufieurs endroits de la Suede, tels que les minieres de *Grengierd*, *Danmorie*, & autres qui donnent 70 à 85 livres de fer par quintal de mine. On dit qu'en Suiffe il y a une efpece de mine qui reffemble à des féves. Dans le Marquifat de Bareith, il y en a une autre efpece, couleur de foie, qui contient des paillettes d'or très-pur. A *Wonfiedel*, on trouve du fer natif & de la mine noire, très-riche & brillante comme l'or.

Konig, dans fon Regne Minéral, fait l'énumération de plufieurs efpeces de mines de fer, & dit que dans la montagne de *Guntzen*, au Comté de Sarun, il y a des galleries très-anciennes, dans lefquelles on a trouvé, 1°. une corne d'Ammon entiérement de fer, non pas qu'elle eût été coulée, mais parce qu'elle étoit enfermée dans fa matrice, fous cette forme extraordinaire, que la mine de fer avoit remplie. Il ajoute que lorfqu'on l'eut ouverte & féparée de fon moule, on trouva une corne d'Ammon de la derniere beauté, faifant fix circonvolutions qui charmoient les yeux; que le moule ou la matrice avoit confervé l'empreinte de ce coquillage, & que l'on y voyoit diftinctement les linéamens des fix volutes. 2°. Une pierre Syriaque, ou Judaïque, changée en fer. A cette occafion, il dit qu'il y a beaucoup de différence entre les pierres Syriaques & les Judaïques ; qu'on en trouve en Suiffe quelques-unes de cette derniere efpece ; que celle dont il eft queftion, reffembloit affez à une prune fauvage qui auroit perdu quelque chofe de fa rondeur & de fes ftries, & que celles de Suiffe fe trouvent au Mont Saint-Leger, canton de Zurich. 3°. De petits dez ou cubes de fer, ou fi l'on veut, des grains de mine en cubes. Il dit encore que le même Mont Saint-Leger en eft rempli. 4°. Des légumes convertis en fer, comme des féves, des lupins, des pois. Le même Auteur avance qu'il y a une autre mine de fer dans le finage de *Bollenwaar* au-deffus de *Bruge*, dans le pays d'*Argow*, fur l'Aar, canton de Berne, dans une montagne formée d'ochre pâle. On y trouve de la mine de fer en globules, ou en forme de pois, dans une telle abondance, qu'on pourroit l'appeller *la montagne des pois*. Une terre jaune & friable fert de matrice à ces globules, & prend différentes figures, de féves, de lupins, de pois chiches, & de pois communs, gros & petits, tous de couleur de fer. 5°. Un morceau de mine en forme de teftacée, & une coquille, convertis en fer. La coquille reffembloit à la pinne-marine, contournée fur elle-même en forme de cor, & étoit digne d'admiration par fa beauté & fa rareté. Selon Konig, le Mont Saint-Leger, dont nous avons parlé, produit auffi de femblables coquilles converties en fer, & admirablement travaillées. 6°. Des coquilles en forme de vis, une grande & plufieurs petites, le tout changé en fer, & ayant confervé la délicateffe de leurs contours, & de leurs pointes. Notre Auteur prétend encore que le Mont Saint-Leger renferme de femblables coquilles, auffi recommandables par leur beauté que par leur rareté. 7°. Des fruits étrangers, du poivre mufqué, tout de fer ; le Mont Saint-Leger en produit auffi, qui, par leur grandeur, leur couleur, leur forme & leur queue, repréfentent ce fruit exotique. 8°. Des grains de poivre, ronds, noirs, & barbus, changés en fer, admirables par leur grandeur, comme par leur figure. 9°. Un anacarde de fer. La montagne de *Gautzen* & celle de Saint-Leger, font remplies de femblables morceaux de fer qui repréfentent à merveille ce fruit étranger. 10°. Des grains de coriandre,

(1) C'eft une mine fpéculaire que l'on trouve auffi en Franconie.

de fer

de fer. Ces globules ferrugineux par l'élégance & le brillant de leur figure, ressemblent parfaitement à la graine frisée de la coriandre ; & par un jeu singulier de la Nature, se trouvent aussi dans la montagne de Saint-Leger. 11°. Des morceaux de cannelle changés en fer. Konig dit enfin que ces morceaux de mine de fer sont noirâtres, assez singuliers pour que l'on en fasse mention, & que le Mont Saint-Leger en renferme de pareils parmi ses curiosités.

Des fleurs de fer.

LA fleur de fer est une pierre couleur de neige, quelquefois d'argent, tirant son origine d'une mine de fer, & semblable à une crystallisation. *Voyez la Pl. IX. fig. 36.* C'est principalement en haut que cette fleur pousse dans les pierres de fer. Elle imite dans sa figure, ou de jeunes rameaux, ou des branches de corail, ou des groupes de crystaux, ou autres desseins. On en trouve beaucoup dans les minieres de la haute Stirie joignant l'Autriche, ainsi que dans celles dont la matrice est de pierre calcaire, ce qui fait que la fleur de fer n'est point dure mais friable comme cette pierre. La preuve qu'elle contient du fer, c'est qu'elle est attirable par l'aimant, & qu'elle est astringente (1). Je passe sous silence les végétations ou crystallisations ferrugineuses de couleur brune, ou noirâtre, assez semblables aux crystaux des autres métaux; de même que celles qui sont en croûtes, en écailles, celles qui paroissent être rongées, vermoulues, & plusieurs autres.

Du fer natif.

PLUSIEURS Auteurs prétendent qu'en différents pays il y a des minieres qui fournissent du fer natif, ou pur en grains, comme en Saxe : d'autres le révoquent en doute. Les premiers disent que dans les montagnes de Siléfie, dans l'Archevêché de Saltzbourg, & à *Eifel*, il se trouve des grains de fer, qui, sans aucune préparation préalable, peuvent être étendus sous le marteau. *Wormius* dit aussi qu'il y en a dans les minieres de Norvége, & *Ruland* dans celles de Stirie, même dans les fleuves de cette province. Enfin, si l'on en croit quelques Modernes, on en trouve dans bien d'autres endroits. Malgré tout cela, je doute fort que ce fer soit aussi pur que celui qui est fondu dans les foyers ordinaires. Au reste, il y a en Suede une mine cubique de fer si riche qu'on pourroit la comparer au fer natif, quoique ce n'en soit pas.

(1) Valentini ex Beslero, & Miscell. Acad. Nat. Curios.

Du mélange du fer dans le minerai des autres métaux.

LE fer a coutume de se mêler au minerai de tous les autres métaux, ensorte que l'on n'en trouve aucun sans fer. 1°. On en trouve, comme nous l'avons déja observé, dans les mines de vitriol & de soufre, au point qu'un quintal de pyrites donne souvent depuis 10 jusqu'à 40 livres de fer. Henckel a merveilleusement traité ce sujet, sur-tout dans le sixieme Chapitre de sa Pyritologie, où après différentes preuves, il conclud que même dans le soufre crud, il se trouve une certaine terre ferrugineuse, attirable par l'aimant, & qui peut être réduite en fer ; car si on fond dans un creuset les scories qui restent, après la purification du soufre, on aura, selon le même Auteur, une cendre ferrugineuse que l'aimant enleve, & dont on peut faire un régule de fer, ajoutant que si l'on essaie quelque pyrite que ce soit, on aura toujours beaucoup de fer, quand même la pyrite essayée & du genre sulfureux, paroîtroit absolumeut dénuée de fer. Au reste, nous en parlerons plus amplement, & nous examinerons à fond la nature des pyrites, dans notre Traité sur le soufre & le vitriol : 2°. On trouve ordinairement du fer dans le cuivre. L'art de purifier ce dernier métal, consiste principalement à le purger du fer qui y est inhérent, ce qui s'exécute par la calcination, quelquefois par la fusion ou purification. Dans les fourneaux purificatoires du cuivre, on trouve beaucoup de fer attaché au fond & aux angles: 3°. Les mines d'argent recelent aussi beaucoup de fer. On l'éprouve assez dans les endroits où l'on affine l'argent : il est même rare de trouver une mine de fer sans quelques parcelles d'argent. En Norvége où l'on trouve de l'argent natif, on dit que l'on n'en tire point sans le trouver accompagné d'une mine de fer. Dans la miniere d'*Utho* en Suede, on trouve parmi la mine de fer, cà & là, des morceaux & des couches de mine d'argent. C'est la même chose dans la miniere de fer qui est à *Danmor*; &, ce qui est encore plus remarquable, on a, dans la minere de fer de *Noormarck* dans le Vermeland, découvert une couche de quelques pouces d'épaisseur qui traversoit cette miniere, & qui a fourni une assez grande quantité d'argent natif. On en conserve encore des morceaux dans le Collége Royal de Métallurgie, établi à Stockholm : mais nous en avons parlé plus haut assez amplement, page 77 & suivantes. 4°. Le fer se trouve toujours mêlé avec les mines d'étain, de plomb, d'antimoine, de mercure, & autres métaux; ce dont on donneroit des preu-

ves sans nombre, s'il étoit nécessaire : l'or lui-même n'est pas sans fer, même en assez grande quantité, &c.

Du fer qui se trouve dans la terre en poussiere, le limon & l'argile.

Dans les endroits marécageux, on trouve souvent des matieres ferrugineuses dans le limon, la terre végétale, l'argile : dans d'autres endroits, c'est de l'ochre martial. On trouve aussi du fer dans les terres bolaires, comme dans la terre sigillée de *Laubach.* Hellmont le jeune, assure qu'il sçait une méthode pour extraire du fer de toutes les especes de limons ou de soufres. Bécher a fait du fer avec du limon, & de l'huile de lin. Geoffroy a réitéré cette expérience. Après avoir séché du limon, l'avoir réduit en poudre, & en avoir fait une pâte, à l'aide de l'huile de lin qu'il avoit versée dessus : il forma de cette pâte plusieurs petits globules, qu'il fit calciner à feu ouvert, & qu'il pila ensuite dans un mortier. Le résultat de son expérience fut de trouver au fond du mortier de petits morceaux noirs, attirables par l'aimant : c'est ce qu'on lit dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, année 1704. On dit qu'un autre Curieux a encore répété la même expérience, avec de la terre de *Laubach*, & qu'il a eu le même succès; & qu'en Sibérie, comme en Russie, on ne tire la mine de fer que de l'argile, qui lui sert de matrice. Il n'y a point de métal qui se réduise aussi facilement en terre que le fer : la simple humidité le fait tomber en safran ou en ochre. A *Norberk* en Suéde, j'ai vû une tenaille qui, pour avoir été cachée en terre, pendant 40 ou 50 ans, étoit changée en pyrite : en la cassant, on vit que c'étoit une *pyrite aquatique*, c'est ainsi qu'on l'appelle, qui se résout facilement en terre & en poussiere.

Du fer qui se trouve dans les animaux & les végétaux.

On observe que la terre qui recele une miniere de fer, produit abondamment des arbres & de l'herbe. On peut s'en convaincre à la seule inspection des environs d'une miniere, d'un craffin de forge, ou d'autres endroits remplis d'ochre, ou de quelque matiere ferrugineuse : c'est une chose facile à voir en Suede. On en peut conclure, que les particules de fer contribuent à l'aliment des végétaux; & on le confirmeroit par l'usage où sont les Japponnois, si l'on en croit les Voyageurs, de faire croître une certaine espece d'arbres dans la limaille de fer & le sable.

Lémery, par différentes expériences, s'est efforcé de prouver que les plantes ont des particules de fer. Pour cela, il en a réduit en cendres quelques-unes, & a trouvé, à l'aide d'une pierre d'aimant, qu'il y avoit réellement du fer. Il a fait la même découverte dans quelques parties du castor réduit en cendres; car ces cendres & celles des plantes, donnoient au miroir ardent les mêmes phénomenes que la limaille de fer, c'est-à-dire, qu'elles jettoient des paillettes, & se rassembloient en gouttes : ce qui a fait naître la question de sçavoir, si on peut avoir des cendres sans fer, & si le fer est dans les plantes, avant ou après l'incinération.

Le célèbre *Wolf*, parle d'un certain bois, qui, par la succession des temps, n'étoit point pétrifié, mais qui, par la grande abondance de vitriol qui y étoit caché, tomboit en pourriture. *Mylius* fait mention d'un autre morceau de bois changé en fer. *Scippius* dit, que dans des cavernes proche de *Pieremont*, on a trouvé un morceau de bois imprégné de pierre & de mine de fer : que deux onces de ce bois pulvérisées & fondues, avec le secours d'un flux noir, ont donné un culot attirable par l'aimant, ce qui dénotoit que ce bois pétrifié contenoit aussi du fer. *Liebecknecht*, de son côté, parle d'un certain bois dont il donne la description, changé en mine de fer, & dont il a fait un Traité particulier. L'Auteur, témoin oculaire, assure avoir reconnu que c'étoit du bois, par l'écorce & les fibres qui se détachoient facilement. La masse entiere étoit très-compacte & très-dure, & frappée contre l'acier, elle jettoit de petites éteincelles. Il a, dit-il, aisément séparé le cœur du bois de tout le reste, & l'a réduit en poussiere. Il paroissoit qu'anciennement ç'avoit été un tronc de hêtre, & il étoit de couleur de fer aussi brillant que s'il avoit été poli. En le pilant dans un mortier, il faisoit du bruit, & résistoit aux coups. Sa pesanteur spécifique étoit plus grande, que celle de la mine même : pour se confirmer encore davantage, que ce morceau de bois étoit converti en fer, il pila dans un mortier, parties égales, de ce bois ferrugineux, & d'une autre mine de fer, mit de l'eau sur cette poussiere pilée, afin d'en séparer les particules de terre, & remarqua que les parties du bois descendoient plus vîte dans l'eau que celles de la mine, & qu'enfin après plusieurs lotions réitérées, elles descendoient presque aussi vîte l'une que l'autre. Après avoir purifié cette poussiere par la calcination, il versa dessus de l'eau & de l'huile de vitriol; ce qui causa une grande chaleur & effervescence, avec beaucoup de vapeurs, tandis que la mine ordinaire du fer s'échauffoit beaucoup moins. Non-seulement les parties du bois ferrugineux étoient mises en ébullition par l'huile de vitriol, mais l'aimant les attiroit. *Liebecknecht* réduisit encore en poudre grossiere, un morceau de ce bois ferrugineux.

Après cela, il la calcina & la mêla avec du sel fixe de tartre : il mit ce mélange dans un creuset, & l'exposa à un feu de fusion. Quand il fut fondu, il frappa doucement le creuset, & versa la matiere en fusion dans un cône, propre à cet usage, chauffé & graissé de suif : le régule martial s'assembla au fond du cône, & au moyen d'un ou deux coups de marteau, fut séparé des scories.

On peut aussi voir à Londres des os humains devenus du fer véritable.

Du renouvellement des mines de fer.

Voici ce qu'Agricola nous dit d'un certain endroit de sa patrie. En Allemagne, proche de la ville de *Sagau*, on tire la mine de fer dans les prés. On y fait des fosses de deux pieds de profondeur, qui se remplissent au bout de dix ans, comme il arrive aux minieres de l'isle d'Elbe. Gerard expose de son côté que, si on doit ajouter foi aux rapports, un Mineur lui a dit, que proche de la ville d'*Amberg*, on sépare la mine de fer de la terre inutile, qui s'appelle *gummer :* qu'après l'avoir mêlée avec des scories de fer, nommées *sinder*, on en fait de gros tas, qu'on laisse exposés au soleil & à la pluie pendant quinze ans ; au bout desquels, on remet au feu ces scories, qui produisent un fer si tenace, qu'on l'emploie tout entier à le battre en feuilles. Non-seulement les Anciens, comme Pline & Strabon, nous ont parlé des mines de fer, qui se renouvellent dans une isle de la Méditerranée, sur les bords de la Toscane : mais les Métallurgistes modernes, tels que Fallope & Césalpin, attestent encore précisément la même chose : ceci est tiré de *Boyle*.

A *Malmitz*, en Silésie, on a remarqué qu'une miniere de fer, dont la mine étoit fistuleuse, s'étoit remplie dix ans après avoir été tirée, & que la même chose étoit déja arrivée auparavant à *Lausnitz*. Stanisl. Rein. *Acktellmejer* raconte la même singularité arrivée dans l'isle d'Elbe, non loin de Florence. Cette mine fistuleuse est de couleur jaune, tirant sur le brun, très-dure, épaisse & longue comme le doigt, à en juger par le dessein que nous en a donné Aldovrand dans sa Collection Métallurgique : il l'appelle *bois fistuleux*. On la casse en morceaux, & on la mêle avec une autre espece de mine pour les fondre ensemble, & s'en procurer un fer de bonne qualité. *George Fabricius*, & plusieurs autres Auteurs, assurent qu'en Silésie les minieres de fer se renouvellent après avoir été tirées : que la terre même, les troncs & les racines des arbres se chargent d'une matiere ferrugineuse, semblable d'abord à une liqueur épaisse, mais qui se durcit ensuite de plus en plus. *Henckel* confirme ce témoignage, en disant, qu'en Silésie, à *Sagan*, on tire de la mine de fer dans les prés, & qu'elle s'y reproduit au bout de dix ans, d'où on la tire une seconde fois, comme à l'isle d'Elbe, ou comme on tire le plomb de la montagne de *Fiesoli*, & le cuivre en Dalmatie, proche de la ville d'Apollonie. Quant à ce qui regarde la mine de Silésie, dont nous avons parlé plus haut, on lit dans un Ouvrage intitulé, *Breslauis. natur-und-medicin-Geschichten*, que sa couleur tire sur le jaune-brun ; qu'elle est friable ; que la plus pesante est la meilleure, sur-tout celle qui est d'un bleu-clair, ce qui la fait ressembler au smalt : il s'y rencontre par-ci par-là, des morceaux durs comme des pyrites, & qui seroient presque inutiles, s'ils ne servoient pas de fondants.

Il est fort commun en Suede, sur-tout dans la Smalandie & l'Ostrogothie, de voir renaître dans les fleuves & les lacs, la mine de fer, précisément aux mêmes endroits d'où on l'a tirée, & cela dans l'espace de 15 à 20 ans. On a coutume de l'y pêcher de nouveau, comme un sédiment que les eaux affluentes d'un marais voisin, ont déposé au fond de ces places déja tirées. La même chose arrive dans les endroits marécageux : mais nous avons détaillé assez amplement ce renouvellement des mines, dans les paragraphes 3 & 4 de la premiere Classe, auxquels nous renvoyons.

§. VII.

De l'Hématite & du Schist.

Puisque l'on a mis l'hématite au nombre des mines de fer, j'ai cru devoir en parler ici séparément : & comme *Joh. Laur. Bausch*, dans son Ouvrage, où il parle de l'hématite & de la pierre d'aigle, a tiré à cet égard, beaucoup de choses d'*Agricola*, *Encelius*, *Boodt*, *Pline* & autres, je vais d'abord rapporter ce qu'ils nous en ont dit, sur le témoignage de *Bausch*, dont voici les propres termes.

L'hématite a tiré son nom de la ressemblance de sa couleur avec du sang ; on dit que broyée avec de l'eau, elle donne un suc semblable à du sang : on ajoute même qu'elle arrête l'épanchement du sang.

On distingue l'hématite, par les différents pays d'où on la tire. Il y en a en Moravie, en Bohême, en Italie, en Pologne, en Ethiopie, en Afrique, en Arabie : dans tous ces pays, on la tire dans des minieres qui lui sont particulieres. C'est la même chose en Allemagne, dans la Forêt noire, à *Northausen*, à *Hartzerode ;* dans la Misnie, à *Anneberg*, à *Geur*, à *Zebllic :* en Saxe, à *Hildesheim* & à *Goslar*. Celles que l'on tire en Italie dans le Bressan, sont moins bonnes que celles qui nous viennent des pays étrangers.

On trouve encore l'hématite parmi les terres rouges, d'où, suivant Agricola, elle tire son origine, & singulierement dans celles de Sinope, de Misnie, & de *Sultzbach* en Baviere. Enfin, on la rencontre aussi dans les minieres de fer, comme à *Lessa* en Bohême, proche de *Schlackewerda*, & dans la partie de la Baviere, qui est en-deçà du Danube.

1°. On peut faire du fer avec l'hématite, qui en contient une si grande quantité, que l'on seroit tenté de croire que cette pierre est toute de fer. On la trouve aussi dans les minieres d'aimant, dont on dit qu'elle est une espece; & comme il y a une grande affinité entre le fer & l'aimant, on remarque que quelquefois l'hématite attire le fer, mais foiblement : aussi n'a-t-elle pas, pour cette attraction, une aussi grande vertu que l'aimant, qui est attiré lui-même par l'hématite d'Ethiopie. On trouve encore des hématites dans les minieres, & parmi les petites pierres, d'où l'on tire l'étain & le plomb blanc, ainsi que dans les mines d'argent du Val Saint Joachim : dans le territoire d'Hildesheim, la nature change l'ostracite en hématite.

2°. Il y a des hématites de différentes figures. Les unes ont des stries, comme l'antimoine : plus ordinairement elles sont globuleuses, & quelquefois garnies de petites cavités : telle est l'hématite d'*Hildesheim*. D'autres croissent en forme de raisin, comme celles de Bohême. Cette espece d'hématite s'appelle *hématite en grappes*, & par les Mineurs *glaskopff*. Quelquefois elles ont la figure d'une cervelle découverte : telles sont les hématites de la Forêt noire, de *Northauzen* & d'*Hartzerode*, que l'on trouve dans une pierre dure, couleur de cendres, enduite d'une espece de croute ferrugineuse, dont la superficie est toute pleine de trous. Voyez *la Planche IX. fig.* 37. Dans la vallée de Saint Joachim, on trouve des hématites noires en pyramides, en stalactites, & armées de pointes comme un ourson. Ailleurs, il y en a des noires & des contournées ; telles sont celles de *Geur*, d'*Anneberg* & de *Salfeld*. Au surplus, voyez *la Planche IX*.

3°. Les hématites different entr'elles par la couleur de leurs pierres, & par le suc qu'on en peut tirer. Quant aux pierres, elles sont ou couleur de sang, ou couleur de fer, & alors on voit quelquefois à leur extérieur, des taches de couleur semblable à celle qu'on trouve à Misene. Les pierres d'hématite sont aussi quelquefois noires, comme à *Goslar*, *Anneberg*, *Salfeld*, *Amberg* ; ou couleur de pourpre, comme dans la Hesse, ou d'un jaune *antipathes* (1) : cette derniere espece, qui est noire, sans être transparente, n'est autre chose qu'une hématite noire, quoique plusieurs pensent que c'est du corail noir.

Quant au suc des hématites, les uns donnent aisément leur teinture, & c'est le plus grand nombre : les autres, comme celles d'Arabie & de Misene, ne le peuvent faire que difficilement à cause de leur trop grande dureté. Quoique ordinairement cette teinture soit couleur de sang, cependant celle qui provient des hématites d'Arabie, est couleur de safran. Une partie des hématites de *Goslar*, celles qui sont en grappes, donnent une teinture noire, les autres en donnent une jaune mêlée de noir. L'hématite noire de Goslar, donne une teinture safranée : c'est sans contredit le *medus niger* d'Albert.

On apporte aussi d'Afrique, une pierre particuliere d'hématite, appellée *trichrus* : elle est noire, & donne trois teintures différentes, blanche par le haut, couleur de sang au milieu & noire dans le bas, si nous en croyons Pline. Suivant *Encelius*, on peut aussi trouver des hématites de trois couleurs, coniques & dures à *Geur*, *Anneberg* & *Salfeld*. Plusieurs Auteurs donnent le nom d'*androas* au *trichrus* noir, qui est recommandable par son poids, & que l'on regarde comme une espece de pierre précieuse. Au reste, le *trichrus* n'est autre chose qu'une pierre composée de deux hématites, l'une noire & l'autre rouge ; & encore, suivant qu'il paroît, d'une stalactite & autre pierre semblable : *Boodt* met le véritable *trichrus* entre les pierres inconnues.

Lorsqu'on arrose de vin l'hématite calcinée, si elle étoit couleur de sang caillé, elle prend la couleur du minium ou du cinnabre. Si au contraire sa couleur étoit noire, sa noirceur augmente. On calcine l'hématite en l'arrosant de vin, comme celle de Phrygie, quoique quelques Chymistes prétendent que l'on doit supprimer le vin. Si l'on veut attraper le véritable point de la calcination, il faut qu'elle soit légere, & il suffit que l'hématite jette quelques bulles. Après la calcination, on la lave ou dans l'eau simple, ou encore mieux dans de l'eau distillée de plantin & de pourpier, avec l'attention de changer souvent d'eau. Quand bien même on ne calcineroit pas l'hématite, il faut toujours la pulvériser & la laver, comme nous venons de le dire : il y a de la différence pour la force & la qualité, entre l'hématite lavée, & celle qui ne l'est pas.

L'hématite factice se fait avec de l'aimant ou décomposé, ou calciné au feu. Quelques-uns croient qu'il n'y a qu'à calciner de l'aimant, & que ce qui en provient, peut leur tenir lieu d'hématite.

Le *schist* ressemble si fort à l'hématite, & a tant d'affinité avec elle, qu'on le regarde

(1) De corail noir.

comme une espece d'hématite : on ne l'appelle *schist*, qu'à cause des gersures & petites fentes, dont il paroît rempli. Par la contexture de ses parties, qui sont droites, comme les fibres du bois, il ressemble, suivant Agricola, au sel ammoniac. Les lignes, qui divisent le schist, sont en long comme les dents d'un peigne, au lieu que celles de l'hématite sont placées au hasard. *Oribas* dit, que cette pierre est couleur de safran, lorsqu'elle est de la meilleure qualité ; qu'autrement, elle tire sur le noir ; qu'elle est composée de feuillets minces, collés les uns sur les autres, comme la pierre spéculaire, brillants & transparents : & que si on regarde le soleil au travers, il paroît couleur de safran. Il semble que le schist soit une espece de talc, dont il differe néanmoins en ce qu'il se divise en lames droites, au lieu que celles du talc sont flexibles, & entrelassées de plusieurs manieres.

Le schist & l'hématite étant composés de la même matiere, & ayant la même origine, il est naturel que les especes du schist aient entr'elles les mêmes différences, que celles que nous avons remarquées entre les diverses especes d'hématites. Ces deux pierres ne different donc essentiellement entr'elles, que par la figure & quelques autres accidents. La premiere différence vient des endroits où le schist s'engendre. On trouve le véritable à Rome dans les fondements du Vatican, & encore proche *Anglarium*, dans un petit monticule, dont tout le sommet est de schist. On en trouve aussi, que l'on dit contenir de l'or, en Misnie, à *Anneberg*, à *Zeblic* & à *Bohetanne*, à un mille de Freyberg. On tire le schist dans ce dernier endroit, dans une miniere qui lui est particuliere. Enfin, on trouve du schist dans le territoire de *Marienberg*, dans la Forêt noire, proche *Hacekorode* ; & ailleurs, comme en Bohême, en Saxe, en Espagne, en Afrique, &c. 2°. Le schist differe encore de l'hématite par la figure : car il se termine en pointes par un, & quelquefois par ses deux bouts. Ces pointes sont tantôt larges, tantôt étroites, tantôt grandes, tantôt petites. Laurent Bausch dit avoir vû une pierre de schist venant de Misene, qui pesoit 14 livres. Le schist est composé de stries, comme la Bélemnite, ou comme celui de *Goslar*, de Bohême, & celui qu'on trouve dans les minieres de fer de *Lessa* ; ou bien, il se forme en grappes, comme celui de la Forêt noire, & quelquefois celui de *Goslar*, qui est très-noir ; ou bien, il est demi-sphérique, ressemblant à un crâne : ou enfin, il est plus large que long, comme celui de Bohême. Ordinairement il est uni & brillant comme du fer poli : quelquefois, il a une tache de cinnabre. Lorsqu'il est cassé, il ne laisse pas que de briller intérieurement, mais moins qu'à la surface. D'autres fois, le *schist* ne brille point à l'extérieur, & intérieurement il ressemble au minium factice, que les Peintres appellent *cinnabre*, & brille comme lui : la Forêt noire en donne de cette espece. Si on le réduit en poudre, il brille comme s'il avoit été enduit de vif-argent. Dans le schist de Misene, il y a de certains nœuds de la grosseur d'une noix, & si durs que, mis sur l'enclume, ils résistent aux coups de marteau. Les Orfévres, après avoir bien uni ces nœuds, s'en servent pour polir l'argent qu'ils ont couvert d'une mince feuille d'or ; & suivant Agricola, ils s'en servent encore à polir ces petites lames colorées qu'ils mettent sous les pierres précieuses, pour en relever l'éclat : quelquefois ces nœuds sont naturellement polis & arrondis. Ces morceaux durs & ronds s'appellent *les racines du schist :* autrefois on les calcinoit, & on s'en servoit pour contrefaire l'hématite. 3°. Le schist differe encore par la couleur, soit de la pierre qui lui sert de matrice, soit du suc qu'on en peut tirer. La couleur de la pierre est, ou safranée, ou noirâtre, tel que le schist d'Afrique, qui, parce qu'il a la couleur d'un charbon éteint, a été appellé *anthracite ;* ou très-noire, comme le schist en grappes qui se trouve à *Goslar*. Nous avons déja observé, avec Oribas, que la pierre du schist, de la meilleure qualité, est couleur de safran ; qu'autrement, elle tire sur le noir : qu'elle est composée de feuillets minces, collés les uns sur les autres comme la pierre spéculaire, brillants & transparents ; & que si on regarde le soleil au travers, il paroît couleur de safran : on le distingue de l'hématite, par sa couleur plus pâle. S'il est de couleur d'un sang caillé, il prendra, à la calcination, la couleur du cinnabre ; & s'il est noir, il noircira encore davantage : tout autre schist calciné a la couleur vive. Quoiqu'il donne une teinture couleur de sang, cependant la racine de celui d'Afrique en donne une noire, & le reste, une safranée. De même, le schist en grappes de Goslar donne une teinture, partie noire, partie safranée, tirant sur le noir. Broyé sur une pierre à aiguiser, il donne une teinture astringente, couleur de sang ou de safran. 4°. Il differe encore par sa dureté. Comme il est ordinairement dur & compact, plus il est brillant & approchant de la couleur du fer, plus il est dur : tel est celui qu'on tire de la Forêt noire & de Misene.

Il y a trois especes de fausses hématites. 1°. Celle de Silésie qui est friable, & que l'on nomme *blutstein*, *braustein*. On en trouve proche de la Citadelle de *Lehn* sur le Bober, & aux environs de *Neydeck* en Bohême. Les Potiers de terre s'en servent, en y ajoutant de la mine de plomb, pour colorer en noir leurs Ouvrages. En y mêlant des

écailles de cuivre, elle sert à donner au verre une couleur rouge ou safranée, & une d'écarlate aux verres : calcinée, elle ressemble au safran de mars, & par la couleur & par les effets. La seconde espece de fausses hématites, se trouve dans les mines de fer : elle est sphérique, & par la couleur ressemble à une mine de fer noirâtre, ou au crayon rouge. Voyez *la Planche IX.* Quoique dure, cette espece est friable à cause de ses inégalités. La troisieme est une pierre ferrugineuse, pesante, enduite d'une couche de sanguine rouge, & par-dessus d'une craie pâle ; le tout couvert d'une croute, comme la pierre d'aigle, mais plus petite & plus cassante, qui, comme une couverture l'enveloppe du haut en bas. Broyée sur une pierre à aiguiser, cette espece de fausse hématite donne une teinture couleur de sang ou de safran. On en trouve à *Aret*, où il y a des eaux minérales froides, elle ressemble à l'ostracite : tout ceci est tiré de *Laurent Bausch.*

De son côté, *Ruland* compte six especes d'hématites : 1°. La fossile très-rouge. 2°. La noire, qui donne une teinture safranée, & qui est plus dure que les autres. 3°. L'hématite fossile couleur de pourpre. 4°. Celle fossile & plus belle que les autres, dont les Orfevres se servent pour polir leurs ouvrages. 5°. L'hématite fossile, noire, & appellée *trichrus*, qui, broyée sur une pierre à aiguiser, donne trois teintures différentes. 6°. Enfin, la rouge qui vient d'Afrique, & qui est très-belle.

Lémery, dans la description qu'il nous a donnée de l'hématite, dit que c'est une pierre dure & pesante, d'un rouge-brun, qui s'éclaircit lorsqu'on la pulvérise. Il en vient d'excellente de Compostelle en Espagne. Elle y est pure & pesante : ses pointes sont d'un rouge-brun : par dehors elle a des stries & des lignes noirâtres; mais au-dedans elle ressemble au cinnabre. Il en vient aussi d'Angleterre qu'il faut regarder comme de fausses hématites. Elles different des véritables, en ce qu'elles ne sont ni pointues ni aussi dures; car on les coupe en morceaux comme de la craie; aussi les appelle-t-on de la craie rouge. Il faut choisir dans les hématites celles qui sont d'un rouge-brun, pesantes, compactes, égales par-tout, & douces au toucher.

Barchusen prétend que si on fait cuire ensemble, & long-temps, du vitriol de mars & du sucre de saturne, on aura une matiere rouge fort semblable par la figure à l'hématite native, aussi dit-il que plusieurs Auteurs sont portés à croire que l'hématite tire son origine de ces deux principes.

L'émeril a beaucoup de ressemblance avec l'hématite couleur de fer : & comme il est aussi dur que le diamant, on s'en sert pour couper le verre, & polir le fer. Broyé sur la pierre à aiguiser, il donne, comme l'hématite, une teinture couleur de sang.

Fin de la seconde Classe.

TROISIEME CLASSE.

§. I.

De la Limaille de fer ou d'acier.

PLUSIEURS Chymistes parlent de la limaille, du safran de mars & des teintures martiales, &c. de façon que les uns les appellent d'acier, & les autres de fer. Ceux-ci veulent que l'on y emploie du fer, ceux-là de l'acier. Il en est de cet usage comme de celui où l'on est d'appeller *miroirs d'acier*, certains miroirs dans lesquels il n'y en entre point du tout, & que l'on fait avec trois livres d'étain, une livre de cuivre, six onces de tartre rouge, une once & demie de nitre, deux drachmes d'alun, & deux onces d'arsénic. Le résultat de ce mélange, lorsqu'il est fondu, a beaucoup de ressemblance avec l'acier.

Quant à la limaille d'acier, ou à celle de fer, dont les Chymistes, ou pour mieux dire, les Médecins, font beaucoup de cas, ce n'est autre chose que des poussieres, soit de fer soit d'acier, qu'il est aisé d'avoir bonnes chez les Ouvriers qui les mettent en œuvre, surtout dans une manufacture d'aiguilles. Voici comment on éprouve la qualité des limailles. On rejette comme inutile, celle qui, approchée de la flamme d'une chandelle, ne s'allume qu'à moitié, & éteint la chandelle. On préfére celle qui est en poudre impalpable, comme la fleur de farine. Il y en a qui estiment plus la limaille de fer, que celle d'acier. Voyez *Kœnig* dans son Ouvrage sur le Regne Minéral : il dit que la limaille de fer simple, réduite en poussiere fine, est meilleure que celle d'acier, qui est plus dur que le fer, parce que l'acier a été altéré & raréfié par le feu, qu'il y a perdu beaucoup de ses esprits & de son soufre volatil, & que sa contexture naturelle est changée. Selon le même Auteur, on peut encore préférer à la

limaille d'acier, les battitures de fer, ou parce que l'acide dont on les arrose, y conserve sa saveur, ce qui n'arrive pas avec la limaille en général; ou parce que ce même acide, au bout de quelques heures, s'adoucit dans les battitures; ou enfin parce que les humeurs âcres & mordicantes agissent plus facilement sur cet acide, se cachent plus profondément dans les pores des battitures, s'apprivoisent, pour ainsi dire, avec elles, & contractent ensemble une plus grande affinité : ensorte que ces battitures, détrempées d'acide, sont préférables à tous les safrans de mars apéritifs & astringents. Je pense de même, qu'elles ne sont pas inférieures au safran de mars préparé avec le soufre.

D'autres préparent autrement la limaille : ils la lavent dans l'eau, ensuite dans le vin, & la font cuire & bouillir avec du vinaigre, après quoi ils la pulvérisent sur le marbre. Si l'on est curieux de sçavoir les autres préparations & mélanges de la limaille de fer, on n'a qu'à consulter *Kœnig* dans son Ouvrage déja cité, & autres Chymistes.

§. II.

Safran apéritif de fer ou d'acier.

1°. En employant la limaille que nous venons de dire, il est aisé de préparer avec du soufre le safran de mars apéritif : pour cela il ne faut que brûler parties égales de limaille & de soufre. D'autres veulent qu'on suive le procédé suivant.

2°. Faites une pâte de limaille de fer, & de soufre pulvérisé; mettez cette pâte dans un pot de terre, & tenez-la en digestion pendant 4 ou 5 heures; placez ensuite le pot sur le feu, & avec une baguette de fer, remuez la pâte : à la fin, elle s'enflammera, la partie de soufre se brûlera, & il ne restera qu'une matiere noire. Si on la pousse à un grand feu, & qu'on la remue pendant deux heures, elle prendra une couleur de sang : cela fait, laissez-la refroidir, & conservez-la. Si l'on prépare à la fois 25 ou 30 livres de safran de mars, le mélange s'échauffe & se calcine de lui-même ordinairement jusqu'au point de souffrir un déchet de moitié de son poids avant que d'être exposé à l'ardeur du feu. Avec une demi-livre de limaille de fer, on peut faire au moins une livre quatre onces de safran de mars. LÉMERY.

3°. D'autres prennent un morceau d'acier bien enflammé, & en approchent des bâtons de soufre; ce qui fait fondre le fer ou l'acier comme du beurre, dans un vase plein d'eau que l'on tient dessous. Ensuite on expose la matiere fondue à un feu de réverbere, jusqu'à ce qu'elle soit changée en une poudre rouge. VALENTIN.

4°. Prenez une barre de fer que vous ferez chauffer dans une forge ou dans un fourneau garni d'un soufflet, & exposez-la au feu le plus violent de fusion, jusqu'à ce qu'elle soit chauffée au blanc : alors, à l'aide d'une tenaille, tirez du feu cette barre enflammée, &, sans le moindre retardement, approchez-en deux ou trois bâtons de soufre. Dans le moment, le soufre en s'allumant fera fondre la barre de fer, qui jettera des étincelles brillantes, & tombera gouttes par gouttes que vous recevrez dans un vase rempli d'eau de fontaine. Quand vous aurez ce que vous desiriez de fer fondu, décantez l'eau; ôtez les particules de soufre, qui, comme des filaments, sont adhérentes à celles du fer; prenez ensuite les grains de fer fondu, & pulvérisez-les en poudre impalpable sur le porphyre. Vous aurez du safran de mars apéritif. HOFFMANN.

5°. Prenez parties égales de soufre & de limaille de fer non rouillée; broyez-les, & arrosez-les d'eau commune en assez grande quantité pour en former une pâte, que vous mettrez dans un pot de terre. En moins d'une heure, elle s'échauffera prodigieusement; & lorsqu'elle sera refroidie d'elle-même, vous aurez du fer changé en safran de mars. Si, sur ce safran vous jettez de l'eau, & que vous fassiez bouillir & réduire cette solution, lorsqu'elle sera épaissie, suivant les regles de l'art, ce sera du vitriol de mars. BOERHAAVE.

6°. Exposez pendant plusieurs jours des lames de fer à la rosée du matin, ou à de l'eau de rosée, vous les verrez petit-à-petit couvertes de rouille. Otez-la, & exposez de nouveau à la rosée les lames de fer; continuez même jusqu'à ce que vous ayiez la quantité que vous desiriez de rouille, ou de safran de mars. Cette préparation est la meilleure de toutes. D'autres se contentent d'exposer les lames de fer simplement à l'eau de pluie. LÉMERY.

7°. Mettez de la limaille de fer dans un pot de terre non vernissé, & exposez-la à l'eau de pluie jusqu'à ce qu'elle forme une espece de pâte : mettez ensuite le pot dans un lieu sec, & à l'ombre; le fer se réduira en rouille, que vous pulvériserez. Exposez-la de nouveau à la pluie, jusqu'à ce qu'elle acquiere une certaine consistance épaisse; après quoi remettez le pot au sec & à l'ombre, pour avoir encore de la rouille. Vous pourrez répéter cette opération jusqu'à 12 fois. Alors la limaille sera assez réduite en safran. Au lieu d'eau de pluie, on peut se servir d'eau de miel. LÉMERY.

8°. Faites une lessive de cendres d'herbes apéritives, telles que le chardon bénit, la fumeterre, l'aigremoine, l'absinthe, &c. Versez cette lessive, ou pour mieux dire, partie d'icelle, sur la limaille que vous ferez sécher,

arrosez-la ensuite de la même lessive, jusqu'à ce que la limaille soit changée en une poudre jaunâtre & subtile, que l'on peut tenir quelque temps au feu de réverbere, pour lui faire prendre une couleur rouge. *Vedelius* enseigne la maniere de composer ou préparer le safran de mars, emménagogue spécifique, en faisant dissoudre du borax dans de l'eau de mélisse & d'armoise, dont on arrose le fer à plusieurs reprises, jusqu'à ce qu'il soit réduit en safran. HOFFMANN.

9°. Prenez deux drachmes de limaille de fer que vous mettrez dans un vase de verre un peu élevé, & que vous arroserez d'eau-forte goutte à goutte. Lorsque l'ébullition cessera, & que la limaille commencera à se dissoudre, vous remarquerez que le verre s'échauffe, que la liqueur écume & rend une mauvaise odeur; enfin, que l'acier se dissout de plus en plus. Laissez la matiere en digestion pendant la nuit, & faites ensuite évaporer jusqu'à siccité, vous aurez une poudre rougeâtre, qui rougit encore, & devient une poudre de safran insipide, si vous la mettez dans un creuset au feu de réverbere. Voici comment il faut faire essuyer le feu de réverbere à cette espece de chaux. On doit, après qu'elle est bien seche, la mettre dans un creuset que l'on posera sur les charbons ardents, ensorte que la flamme frappe l'intérieur du creuset : lorsque la fumée sera passée, tenez votre creuset dans le même dégré de feu, & remuez sans discontinuer la matiere avec une baguette de fer, jusqu'à ce que vous jugiez qu'elle l'a été suffisamment. Après cela, retirez la chaux en question, & pulvérisez-la comme de la fine fleur de farine, qui doit être légere, rouge, & insipide. C'est ce qu'on appelle du safran de mars apéritif. *Collect. de Leyde.*

10°. Prenez du safran préparé, comme nous venons de le dire ; fondez du salpêtre dans un creuset, & mettez-y de ce safran à différentes reprises, puis laissez-les ensemble en fusion pendant une demi-heure : versez-les ensuite, & séparez le nitre du safran ; après quoi, faites sécher ce dernier, & pulvérisez : vous aurez le safran de mars subtil, & de couleur de pourpre. *Collect. de Leyde.* & KŒNIG.

11°. Prenez la quantité que vous voudrez de vitriol d'acier préparé avec l'huile de vitriol. Calcinez-le d'abord à un feu doux que vous augmenterez ensuite ; la matiere doit être dans un pot de terre à fond plat. Poussez le feu jusqu'à ce que vous ayez une poudre rouge. *Collect. de Leyde.*

12°. Mettez du vinaigre distillé, & le plus fort, dans un vase de terre à col étroit, dans lequel vous suspendrez une lame d'acier. Mettez ensuite le vase au bain de sable : les vapeurs raseront la lame suspendue, qu'il faudra nettoyer pour en détacher la rouille, ou le safran, qui y est survenu.

13°. Prenez une once de vitriol factice, soit de fer, soit d'acier ; faites la dissoudre dans une quantité d'eau suffisante, ensuite précipitez la solution par le moyen d'une demi-once d'huile de tartre par défaillance. Il se précipitera en premier lieu une poudre blanche, qui, édulcorée & séchée plusieurs fois, prendra une couleur rouge. *Collect. de Leyde.*

Au reste, à l'aide de l'esprit de sel, ou de sel ammoniac, on fait un safran de mars très-subtil, qui devient fixe lorsqu'on emploie l'huile de vitriol, l'esprit de nitre, & l'eau-forte.

§. III.

Du safran astringent de fer ou d'acier.

1°. C'est avec le secours d'un feu violent de réverbere, que l'on parvient à faire du safran de mars astringent. *Kunchel* le prépare en mettant dans un pot de terre de la limaille de fer, de l'épaisseur d'un doigt, couvrant bien exactement le pot, & le mettant à un feu très-violent, dans un fourneau de cémentation. Le fer s'enfle, & par sublimation, il s'éleve une fleur rouge & très-tendre. On enleve cette fleur, & on continue de faire agir le feu de réverbere sur la limaille, & de réitérer l'opération, jusqu'à ce qu'on ait une quantité suffisante de safran. KŒNIG.

2°. On fait très-facilement & avec le seul feu de réverbere, du safran astringent. Pour cela, il faut placer les lames d'acier dans le four, de maniere que la flamme les puisse toucher de toutes parts. Si l'on continue pendant quelques jours la calcination, on verra sur la surface des lames d'acier, un safran léger & très-beau, que l'on détachera avec une patte de lievre, lorsqu'il sera refroidi.

Si vous ne voulez pas brûler des charbons pour cette opération particuliere, il n'y aura qu'à placer transversalement vos lames d'acier dans un four de verrerie ; ou les placer dessus & dessous la retorte dans un four destiné à la distillation de l'huile de vitriol.

On trouve aussi de ce safran chez les Ouvriers en fer, qui ont soin de le ramasser sur les morceaux de fer qu'ils exposent à un feu très-violent.

D'autres ajoutent du sel commun à la limaille de fer, ou la font dissoudre dans l'eau-forte, puis la tiennent au feu de réverbere, jusqu'à ce qu'il s'éleve au-dessus un safran, aussi rouge que léger. HOFFMANN *in Laborat.*

3°. Rolfincius le prépare en mettant du safran de mars sucré dans un creuset, avec un peu d'esprit de vitriol ou de soufre. On le fait encore par le moyen d'une légere calcination :

nation : il eſt bon de remarquer qu'à la calcination, il augmente de poids.

4°. Prenez du ſoufre préparé, comme nous l'avons dit au nombre deux du paragraphe ſecond de cette Claſſe; lavez-le cinq à ſix fois dans du fort vinaigre; & à chaque lotion, laiſſez-le pendant une heure en digeſtion; calcinez-le enſuite dans un fort feu ou ſur une tuile creuſe, ou dans un pot de terre, & cela pendant l'eſpace de cinq ou ſix heures; après quoi laiſſez-le refroidir, & conſervez-le avec ſoin : plus le fer eſt calciné, plus il eſt aſtringent. Dans les fourneaux de diſtillation de l'eau-forte, ſi elle a duré long-temps & a été faite à un fort dégré de chaleur, on voit ſur les lames de fer qui portent la retorte, une poudre ſubtile, fine, rouge ou brune : qu'on peut aiſément en détacher : lavez cette poudre dans de l'eau bouillante, & faites ſécher. LEMERY.

5°. Mettez du vitriol de mars dans un creuſet, pour le faire ſécher. Si-tôt qu'il eſt ſec, il perd ſa couleur verte, & ſe change en une poudre blanche, ou bien il fond, & ſe met en une maſſe ſolide, & enſuite en cendres, qui s'appellent *du vitriol de Mars*, calciné au blanc. Si on pouſſe cette cendre à un plus grand feu, elle ſe changera en une poudre rouge, qui s'appelle *colchotar de vitriol*, ou chaux rouge. Si on fait ſouffrir un feu de la derniere violence à cette chaux ainſi préparée, & que l'on appelle *ſafran aſtringent du vitriol de Mars*, elle ſe tourne en véritable fer. BOERHAAVE.

Si l'on met cette chaux rouge du vitriol de Mars ſur une lame de verre, & qu'on l'expoſe en plein air, alors elle attire l'humidité comme le ſel alkali fixe, & tombe en *deliquium* ſous la forme d'une huile rouge : on l'appelle en ce cas *huile de vitriol de Mars par défaillance*.

6°. Faites fondre du ſalpêtre dans un creuſet, mis ſur des charbons ardents; lorſqu'il ſera en fuſion, mettez-y des petits morceaux de fer, autant qu'il en pourra tenir; tenez le tout ſur le feu : bientôt le ſalpêtre s'enflammera. Retirez alors le creuſet, & édulcorez la poudre dans l'eau chaude : le fer reſtera au fond du creuſet. Après avoir remué l'eau, laiſſez-la pendant 24 heures, vous trouverez au fond une poudre rouge; lorſqu'elle eſt ſéchée, le poids d'une drachme ſuffit pour emplir la main. *Collect. de Leyde*.

7°. Il y a encore une autre méthode pour tirer du fer & de l'acier, un remede aſtringent. Verſez ſur de la limaille de fer de l'eſprit de ſel de l'épaiſſeur de trois ou quatre doigts : & laiſſez le tout en digeſtion, juſqu'à ce que l'effervescence ſoit paſſée, & que la limaille ſoit devenue douce. Faites évaporer à moitié, & ajouez-y parties égales de ſucre de Saturne: mettez le tout dans une retorte & faites ſécher à un feu doux, ſans quoi il y aura ébullition, & la matiere emplira toute la retorte. Lorſque la matiere eſt entiérement deſſéchée, on a une maſſe de couleur rouge, que l'on enferme, avec ſoin, dans un lieu ſec, de crainte qu'elle n'attire l'humidité de l'air.

8°. Le ſel facilite la calcination; c'eſt pour cela que quelques-uns arroſent d'abord le fer avec de l'urine d'enfant ou de l'eau ſalée, ou du vinaigre: on le fait enſuite ſécher, après quoi, on le met à la calcination. Par ce moyen, on a du ſafran de Mars en un ou deux jours; & de crainte qu'il ne ſe diſſipe & ne ſe noirciſſe, il faut l'eſſuyer ou le nettoyer tous les jours. Lorſqu'il y a quelques parties qui ne ſont pas aſſez calcinées on peut verſer de l'eau deſſus, remuer & laiſſer le ſafran ſe précipiter au fond: en décantant l'eau, on aura un ſafran très-léger.

Pour en faire une grande quantité, qui coûte peu, & que l'on puiſſe donner à bas prix, il faut faire la calcination de la limaille dans un four à potiers ou à briques : & ſi dès la premiere fois la poudre n'eſt pas aſſez fine, on en ſera quitte pour la mettre à une ſeconde fournée. On peut encore, pour la calcination dont il s'agit, profiter du feu deſtiné à la diſtillation de l'eſprit de vitriol ou de nitre, en plaçant ſur le ventre de la retorte, une tuile ou une mince lame de métal, chargée de limaille. Dans ce cas, comme le fer calciné prend un petit goût de vitriol, pour l'en dégager & en faire un remede aſtringent, il faut laver la poudre dans de l'eau. BARCHUSEN.

§. IV.

De la maniere de préparer le Safran de Mars pour l'uſage de la Verrerie.

LE ſafran de Mars eſt très-utile pour la verrerie, ſur-tout pour colorer le verre. C'eſt ce qui a déterminé Kunckel, Neri, Meret & autres, à donner des méthodes pour en préparer, qui ſoit non-ſeulement du meilleur uſage, mais encore capable de procurer les plus belles couleurs : ce motif d'utilité m'a engagé à rapporter ici ſéparément leurs différentes méthodes, qui d'ailleurs ſe reſſemblent en bien des points.

Après la calcination du fer, la teinture que l'on en tire & qui eſt très-rouge dans le verre, agit tellement, que non-ſeulement elle ſe manifeſte lorſqu'elle eſt appliquée ſur le verre, mais encore qu'en décélant toutes les autres couleurs métalliques qui y étoient cachées, elle leur donne de l'éclat & de la beauté. On peut donc regarder cette teinture comme le furet des autres métaux,

qu'elle met à découvert. Neri enseigne quatre procédés pour se la procurer.

1°. Prenez de la limaille de fer, ou pour le mieux d'acier, que vous mêlerez avec trois parties de soufre en poudre, & que vous calcinerez dans un creuset. Vous brûlerez tout le soufre, ce qui ne durera pas longtemps, & tiendrez le creuset pendant quatre heures sur les charbons ardents. Retirez ensuite le creuset, pulvérisez la matiere, & tamisez-la par un tamis fin; remettez après cela la poudre dans un large creuset, sur lequel vous luterez un couvercle, & placez-le dans un four de verrerie, proche de l'ouverture, qu'on appelle *ochio*; laissez-l'y au moins pendant quinze jours; la matiere, qui étoit presque rousse, y prendra un rouge éclatant, presque pourpre: conservez-la soigneusement dans un vase fermé, & servez-vous-en pour teindre le verre, où elle produira plusieurs effets admirables.

2°. Prenez de la limaille de fer; & encore mieux d'acier, que vous mettrez dans des pots de terre, & que vous arroserez de fort vinaigre, jusqu'à ce que toute la limaille soit bien détrempée. Etendez-la ensuite dans un vase, & faites-la sécher au soleil ou à l'air. Lorsqu'elle sera séchée, écrasez-la; car elle se sera mise en globules; & arrosez-la une second fois de nouveau vinaigre, puis séchez & pulvérisez comme ci-devant: recommencez l'opération jusqu'à huit fois. Lorsque la limaille aura été bien pulvérisée & passée par un tamis fin, vous aurez une poussiere très-subtile, couleur de brique pilée, que vous renfermerez avec soin dans un vase bien bouché, & que vous emploierez à colorer le verre: le safran de Mars, ainsi préparé, donne au verre une couleur de rouge foncé comme du sang.

3°. Mettez dans un vaisseau de terre vernissé, de la limaille de fer ou d'acier, que vous arroserez avec de l'eau-forte, puis laissez-la sécher au soleil: après cela, pulvérisez, remettez de l'eau-forte, séchez & réitérez cette besogne plusieurs fois. Lorsque la matiere aura pris une couleur presque rousse, comme il arrive au safran de Mars, fait avec du soufre, il faut la pulvériser, la tamiser, & la conserver pour teindre le verre. Avec du safran, ainsi préparé, la couleur du fer se développe à un point qui n'est pas croyable, comme il est aisé de s'en convaincre par le verre.

4°. Dans un vaisseau de verre bien bouché, faites dissoudre de la limaille d'acier ou de fer, par l'eau régale, préparée à l'ordinaire, avec du sel ammoniac. Laissez ce mélange pendant trois jours, ayant soin de le remuer tous les jours. Il est bon d'avertir qu'il faut mettre la limaille peu-à-peu, parce qu'elle se gonfle considérablement. Sans cette précaution, le verre seroit en danger de casser, ou la dissolution s'échapperoit pardessus les bords. Au bout des trois jours, faites évaporer l'eau à un feu lent; vous trouverez au fond du vaisseau du safran de Mars de la meilleure qualité, qui tiendra le verre d'une façon à vous étonner, & que vous conserverez pour le besoin: tels sont les procédés de Neri, extraits de son Ouvrage intitulé *l'art de la Verrerie*.

5°. Toutes ces méthodes sont très-bonnes sans doute: il faut cependant leur préférer, celle qui peut procurer la teinture de fer, sans l'addition d'aucuns corps étrangers. Mettez dans un pot de terre de la limaille de fer ou d'acier, de l'épaisseur d'un doigt seulement, & mettez ce pot dans un foyer de calcination, soit au cendrier, soit à la flamme. Le dessus de la limaille rougit à merveille, & s'enfle au point que, non-seulement il emplit tout le pot, mais encore qu'il en fait sauter le couvercle. Il faut enlever cette espece d'écume ferrugineuse; après quoi, la limaille qui est restée au fond s'enfle de nouveau. On recommence cette opération jusqu'à ce que l'on ait une quantité suffisante de teinture de fer, qui, suivant cette méthode, est excellente. Cependant, l'Auteur n'ose assurer que ce safran de Mars, ainsi préparé, soit d'un aussi bon usage pour la teinture du verre, que celui fait avec du vinaigre: car l'un & l'autre donnent des couleurs différentes. KUNCKEL.

6°. Les préparations du safran peuvent se réduire aux trois principales que voici: 1°. A la simple calcination au feu de réverbere, sans addition d'aucuns mélanges. Telle est celle qui arrive naturellement aux barres de fer qui soutiennent les fourneaux: c'est par cette raison que celles d'un fourneau où l'on travaille continuellement à distiller l'eau-forte, fournissent la meilleure teinture de fer, en se dissolvant petit-à-petit en safran de Mars, dont on peut ramasser une assez bonne quantité en raclant les barres. 2°. A la même calcination au feu de réverbere, avec addition de sel, de soufre d'urine, ou de vinaigre. 3°. A la dissolution dans l'eau-forte, l'eau-régale, & l'esprit de sel ou de nitre. Toutes ces matieres, après l'évaporation de la partie aqueuse, procurent un safran de Mars très-rouge. Le fer dissous dans de l'esprit de vitriol ou de soufre, devient un véritable vitriol de Mars, presque semblable, en bonté, à celui qu'on nous apporte d'Angleterre, quoique cependant un peu inférieur en force à ce dernier, pour la teinture & la médecine. En calcinant ce vitriol, on fait le *colchotar* assez semblable au vitriol ordinaire, & qui peut fournir aux Peintres de quoi composer une couleur fausse. Elle n'est d'aucun usage dans la verrerie, parce que le *colchotar* est mêlé de parties terrestres, qui

rendent le verre craſſeux & obſcur. Pour ce qui regarde la teinture de Mars, tous les acides, tous les ſucs corroſifs, tout ce qui agit ſur le cuivre, a ſur le fer la même action, de façon néanmoins qu'agiſſant ſur le fer, ils produiſent toujours une couleur rouge, excellente, & plus ou moins brillante, d'un grand uſage pour nuancer les couleurs, & que l'on peut différemment mélanger avec les autres couleurs métalliques. C'eſt ainſi que le ſafran de Mars, fait avec du vinaigre, convient à la couleur verte, à celle d'émeraude, & au verre de plomb : on l'ajoute auſſi quelquefois au verd-de-gris. Pour avoir un beau rouge, il faut du ſafran de Mars fait avec le ſoufre : pour l'avoir encore plus beau, il faut qu'il ſoit fait avec l'eau-forte. Au reſte, comme le vitriol de Vénus eſt une magnifique couleur qu'on tire du cuivre, de même la premiere & la plus belle couleur que donne le fer ou l'acier, eſt celle qui ſe fait avec l'eau-régale, ce qui provient ſans doute de l'addition du ſel ammoniac, ou parce que la diſſolution eſt plus parfaite. *Meret* dans ſon ouvrage ſur l'Art de la Verrerie de *Nery*.

7°. Suivant Stahl, ſi on réduit en verre noir, qui, caſſé en petits morceaux ne paroîtra plus que de couleur obſcure, de la mine de fer par l'intermede de la litharge & du caillou, ou bien avec le ſecours du minium, de la céruſe & des pyrites, ou enfin avec le ſable de riviere, on ſe procura un verre de gradation (1). Pour cela, il faut qu'un Chymiſte prudent, en mettant la doſe convenable, ait attention, 1°. que ſon verre ſoit aſſez fluide : 2°. qu'il reſte long-temps en bain, avec le métal le plus noble. S'il s'épaiſſit, il doit ajouter dans le moment ce qui convient pour le rendre liquide, & l'y tenir très-long-temps : tout cela bien entendu & bien exécuté, il doit s'aſſurer qu'il poſſede un grand tréſor. *Stahl.*

8°. On peut ſe procurer une aſſez grande quantité de ſafran de Mars dans les fourneaux, où on ſublime le ſoufre, & où les retortes, dont on ſe ſert, ſont de fer. Après l'opération, on trouve toujours le dedans de ces retortes, rongé par l'acide du ſoufre ; & en récelant le dedans, on peut aiſément ſe procurer une certaine quantité de ſafran de Mars ; d'autant plus, qu'après la ſublimation achevée, les retortes ſont corrodées au point qu'elles ne peuvent plus ſervir à rien : c'eſt une choſe que l'on peut voir à *Dylta* en Suede.

9°. Le fer peut de lui-même ſe changer en ſafran de Mars, par l'addition du ſoufre & de l'eau. Si l'on prépare beaucoup de ce mélange à la fois, il s'enflamme d'ordinaire ; & à ce moyen le fer ſe calcine de lui-même, & ſe change en une eſpece de ſafran de Mars : mais ſur cela conſultez mon Traité du Soufre.

Comment on fait une couleur rouge avec les ſediments & les reſtes du vitriol :

à Dylta *en Suede.*

Cette couleur rouge, que l'on prépare ſur-tout avec le vitriol de Mars, approche beaucoup du ſafran que l'on tire du fer : cette affinité de leurs couleurs rouges, me détermine à dire quelque choſe de l'origine de celle qui ſe fait avec le vitriol.

On la prépare, tant avec les ſédiments des vaſes & creuſets, qu'avec la matiere même, qui s'épaiſſit lorſqu'on réduit le vitriol. On met cette matiere dans une auge quarrée de bois, ou dans une auge, & on la remue ſans relâche. L'eau trouble que l'on en fait découler, eſt reçue dans un autre vaiſſeau de bois ; & lorſque la partie la plus groſſiere eſt précipitée, on fait encore couler l'eau dans un autre vaiſſeau, & de-là dans un grand réſervoir, garni de planches, duquel toute l'eau s'échappe. On trouve au fond une matiere ſubtile, que l'on calcine enſuite pour ſe procurer la couleur rouge dont il s'agit. Pour qu'il n'y ait rien de perdu, on peut délayer la terre qui doit donner du vitriol, avec la derniere eau dont nous venons de parler, au lieu de ſe ſervir de celle qu'on trouve dans les minieres : l'une & l'autre ſont également propres à cet uſage. La matiere qui ſert à faire cette couleur rouge, doit être très-fine : elle eſt couleur de brique, & a le goût de vitriol. On en forme des boules groſſes comme le poing, & on les place dans un long four de réververe ſublimatoire, ou bien dans un de ceux où on ſublime le ſoufre ; le même feu, qui ſert à la ſublimation, ſert auſſi à calciner ces boules, qui, au bout de 24 heures acquierent une couleur très-rouge. Voyez *la conſtruction de ces fours dans mon Traité du Soufre.* Il y a dans l'intérieur un endroit élevé comme un ſiége ou un eſcalier. Derriere eſt la porte qu'on ouvre ou que l'on ferme, ſuivant le beſoin : c'eſt par cette porte que l'on introduit, dans le four, les boules à calciner. On dit qu'aujourd'hui, au lieu d'un ſiége, il y en a deux, au moyen de quoi, avec le même feu & dans le même eſpace de temps, on ſe procure une plus grande quantité de couleur rouge qu'auparavant. Il faut obſerver que de temps en temps, on doit retourner ces boules, ſans quoi la grande ardeur du feu les coaguleroit en gros morceaux, quoique, ſuivant ce qu'on en dit, ces

(1) C'eſt-à-dire, propre à donner aux verres teints la nuance que l'on juge à propos.

gros morceaux ſoient d'une auſſi bonne qualité que les petits.

Dans la Scanie, en Suéde.

AUJOURD'HUI, dans les manufactures d'alun, établies dans la Scanie, on ne fait plus une ſi grande quantité de couleur rouge qu'autrefois : on ſe contente d'en faire quelque peu, pour les uſages économiques. On trouve un ſédiment ou une eſpece de lie, appellée *ſtanun*, au fond des vaiſſeaux à rafraîchir, & du réſervoir où tombe l'eau qui a ſervi à laver l'alun. Deux ou trois fois l'année, on nettoye ces vaiſſeaux & le réſervoir, & on porte, loin de la manufacture, les ſédiments qui étoient au fond. Des Ouvriers en font ordinairement des boules, qu'ils jettent dans le feu, ſous des chaudieres de plomb, où elles acquierent la couleur rouge, au moyen de leur calcination. Ces boules ont, pour l'ordinaire, un demi-pied de diametre. On n'en met que trois à la fois dans le feu, & au moyen des charbons ardents dont on les entoure, elles ſont calcinées en huit heures de temps : on dit que cette terre rouge eſt plus fine, & de la meilleure qualité. Il y a quelques années qu'on bâtit un four de réverbere, deſtiné à ce genre de travail. Il avoit près de 8 pieds de long, 5 pieds 3 pouces de large, & 2 pieds 7 à 8 pouces de haut. L'épaiſſeur des murs & de la voûte étoit de près de 20 pouces, & au fond, de 27 pouces. L'ouverture du devant avoit 17 pouces de haut, autant de largeur, & près de 20 pouces de long, avec des regiſtres pour donner l'air : la flamme frappoit à merveille la matiere qui y étoit expoſée. En deux jours, on pouvoit y calciner 12 à 13 tonnes de *colchotar* ou couleur rouge, pour leſquelles on brûloit une meſure de bois de trois coudées. Au ſurplus, on prétend que plus les boules que l'on calcinoit avoient été long-temps expoſées à l'air, mieux elles étoient diſpoſées à recevoir la couleur rouge, parce que plus la partie alumineuſe avoit été dégagée à l'air, plus la couleur étoit foncée & rouge : on humecte avec de l'eau ces boules de vitriol ou de ſédiments vitrioliques, avant que d'être expoſés à la calcination.

A Gejer.

LORSQUE la leſſive de vitriol a été chauffée dans la premiere chaudiere, avant que de la paſſer dans une ſeconde, on trouve ordinairement au fond une matiere groſſiere de couleur jaune, après que le deſſus de cette leſſive, qui eſt limpide, a été tranſvaſée : on jette cette lie épaiſſe dans un vaiſſeau de bois, & on la conſerve pour s'en ſervir. A la longue, elle s'y épaiſſit, & y prend la conſiſtance d'une argile molle. En cet état, on la met dans de vieux vaiſſeaux, même dans ceux qui ont ſervi aux leſſives du vitriol; on la calcine enſuite dans un four de Potier, où elle acquiert un rouge foncé couleur de ſang, & ſemblable au cinnabre : on pulvériſe enfin cette terre rouge, & on la met dans des barils pour la vendre.

§. V.

Du Safran de Mars vitriolé & ſucré.

ON fait le ſafran de Mars vitriolé, ſoit avec du vitriol de Mars artificiel, calciné dans un creuſet juſqu'au rouge, ſoit avec ce qui reſte ſur le filtre, lorſqu'on a paſſé la diſſolution de Mars, pour préparer le ſafran dont il s'agit, après l'avoir mis dans un creuſet, & l'avoir expoſé à une légere calcination. Dans l'une & l'autre eſpece, ce ſont les parties d'ochre & de ſoufre, qui, répandues dans le ſel de vitriol forment ce ſafran. HOFFMANN, *dans ſon Laboratoire.*

Prenez du vitriol à diſcrétion, & faites-le diſſoudre dans de l'eau commune : faites-le enſuite bouillir, & dans la liqueur bouillante, plongez des lames de fer, que vous y laiſſerez, juſqu'à ce que vous les voyez chargées d'une eſpece de limon rouge. Alors retirez-les de l'eau bouillante, & ôtez-en l'enveloppe rouge, que vous ferez tomber dans un vaiſſeau propre, & à moitié plein d'eau : elle gagnera le fond ſous la forme d'un ſédiment rouge. Replongez enſuite ces lames de fer dans l'eau de vitriol, que vous ferez bouillir ſur le champ. Après les avoir retirées, vous en détacherez le limon rouge, & vous recommencerez l'opération, juſqu'à ce qu'elles ne donnent plus de ce limon, que vous tirerez de l'eau, & ferez ſécher; alors vous aurez une poudre rouge, & en jettant tout ce qui peut s'y trouver de noir ou d'impur, vous ne ramaſſerez que la rouge, que vous mettrez dans de l'eſprit-de-vin bien rectifié, pour la conſerver & l'employer dans le beſoin : c'eſt ce qu'on appelle *ſoufre vitriolé de Mars.* Voyez *à ce ſujet Pierre-Marie Canepar, dans ſon Livre ſur les Encres.*

Pour faire le ſafran de Mars ſucré, prenez des lames de fer larges & minces; enduiſez-les 2 ou 3 fois, même plus ſouvent à votre volonté, d'eſprit de vitriol, & poſez-les ſur quelques morceaux de verre creux. Au bout de quelques jours, vous y verrez une effloreſcence de ſafran blanchâtre, que vous ôterez doucement, & que vous ramaſſerez, tant que ces lames de fer, de nouveau enduites d'eſprit de vitriol, pourront donner de ces effloreſcences de ſafran. HOFFMANN, *dans ſon Loboratoire.*

§. VI.

§. VI.

Du safran de Mars fait avec l'antimoine.

Prenez une partie de safran, & fondez-la lentement avec deux parties d'antimoine, en ajoutant dès le commencement ou pendant la fusion, une huitieme ou une dixieme partie, soit de sel de tartre, soit de cendres gravelées purifiées ; aussitôt que le tout sera fondu, coulez le régule, avec ses scories, qui jettent quelques foibles étincelles de couleur brune ; soit que vous laissiez le tout en masse, ou que vous le cassiez, pour plus de commodité, en différents morceaux ; soit que vous l'exposiez à un air humide, à l'ombre ou dans une cave, il tombera promptement en une poudre blanche. Vous remuerez fortement cette poudre dans de l'eau froide ou tiede, de façon que ses parties se séparent, & que les plus légeres, qui surnageront, s'écoulent avec l'eau, tandis que les plus grossieres resteront au fond. Vous recommencerez ce lavage, jusqu'à ce qu'il ne se perde plus avec l'eau aucunes parties légeres, dont il sort une petite quantité, par proportion à celles qui restent dans le fond du vase. Voici quelles sont les différentes qualités de ces deux substances : La plus légere, sans aucune addition, acquiert, après un foible grillage, un rouge clair : & l'autre, par le même procédé, une couleur de pourpre, tirant sur le noir. Les parties légeres, qui ont été transvasées, en écoulant l'eau, versées sur le triple de nitre en détonation, dans un creuset un peu rouge, après l'édulcoration, donnent une poudre d'un beau rouge, comme la plus belle sanguine. La seconde, après le même procédé, donne une poudre plus obscure & plus noire. *Tiré du Docteur* Stahl, *par* Hoffmann, *dans son Laboratoire.*

2°. Prenez parties égales de nitre & de régule Martial. Après les avoir pulvérisées, mettez-les ensemble, & successivement dans un creuset médiocrement rouge. Lorsque tout y sera, si le mélange paroît mou & pultacé, ajoutez-y une partie du même régule pulvérisé, jusqu'à ce que, après avoir augmenté le feu, le mélange soit dur. Laissez-le au feu pendant une heure ou deux, prenant garde qu'il ne tombe dedans quelques charbons. Otez ensuite le creuset, cassez-le, détachez-en la matiere, pendant qu'elle est encore chaude, & serrez-la dans des vases de verre, qu'il faut boucher exactement : il y a plusieurs observations à faire sur ce sel. La preuve qu'il faut attribuer ce qu'il a de caustique au soufre Martial, c'est qu'il est certain qu'un régule d'antimoine pur, ne donne jamais de pareil sel, dont voici les propriétés singulieres : il est blanc à la vûe, avec quelques nuances de verd ou de bleu, comme tous les autres alkalis bien calcinés ; & quoiqu'il contienne beaucoup d'une substance pulvérulante, comme la céruse du régule martial, il est cependant également brillant & transparent. On conclud qu'il est très-fixe, de ce que après avoir été calciné pendant plusieurs heures, & ensuite mis en fusion à un feu très-violent, il n'a point perdu de son poids lorsqu'il est refroidi. Ce sel est si caustique, que le moindre petit grain, légérement humecté, s'echauffe prodigieusement, & que si on en approche la langue un moment, c'en est assez pour exciter la salivation pendant plusieurs jours. Quelquefois, pour badiner, on s'amuse à en glisser dans la paume de la main de quelqu'un, un petit brin qui soit sec. A la plus petite humidité qu'il contracte, il s'enflamme & brûle comme feroit un charbon ardent. Au reste, il faut le garantir soigneusement du contact de l'air ; car s'il tombe en défaillance, ou qu'il se dissolve par l'addition d'eau commune, il se précipite une grande quantité de poudre blanche ; & quelle que soit l'attention qu'on apporte à séparer le sel de cette poudre, il n'est plus aussi caustique qu'il l'étoit auparavant. Dans l'espace de quelques heures, il donne à l'esprit-de-vin une couleur de sang très-foncé & un goût caustique : il y produit encore l'effet singulier d'en chasser les parties spiritueuses, quelque rectifié qu'il soit, & de le réduire en peu de temps à près de moitié, c'est-à-dire, à la partie phlegmatique. Ce sel caustique est infusible par lui-même dans le feu le plus ardent : mais par le seul contact d'un charbon allumé, il fond sur le champ. Si on prend de ce sel, & qu'on le mette en fusion dans un creuset, en y ajoutant un charbon, le sel deviendra obscur, & perdra toute sa causticité : on n'aura plus qu'un régule grossier, relativement au sel & au charbon employés, qui sera raboteux & devenu volatil, à cause de l'addition des parties sulfureuses du charbon, un régule enfin qui sera impur, par comparaison, avec sa premiere pureté. Stahl *dans son Ouvrage des fondements de la Chymie dogmatique.*

§. VII.

Mars diaphorétique.

1°. On le fait en prenant parties égales de limaille de fer & d'antimoine, que l'on pulvérise & que l'on réduit en scories, en les remuant continuellement sur le feu, pour empêcher qu'il ne se précipite un régule. Il faut ensuite pulvériser ces scories, lesquelles, par l'addition de l'esprit de sel & ensuite de l'eau commune, donnent du vitriol, dont on peut extraire de l'esprit, ou pour mieux dire

la meilleure eſſence Martiale. Faites détonner cette poudre dans un creuſet rouge & enflammé, en y ajoutant trois fois autant de nitre ; & après la détonation, il faut verſer la matiere toute chaude, pour en ſéparer le nitre, l'édulcorer, & la réduire ſur le porphire en une poudre très-fine, qui eſt de couleur de foie : ce qui lui a fait donner le nom de *bezoard martial jaune*. KŒNIG.

2°. Prenez deux onces de fer ou d'acier, & mettez-le dans un creuſet rouge. Lorſque le fer ou l'acier ſera bien chaud, il y faudra ajouter quatre onces d'antimoine pulvériſé. Tenez le mélange au feu de fuſion pendant une heure, ou juſqu'à ce que le fer fondu, avec l'antimoine, ſoit bien liquide. Cela fait, ajoutez une ou pluſieurs parties de nitre, afin que la matiere ſe mette encore mieux en fuſion, ce dont on peut s'aſſurer avec un crochet. Tirez enſuite le creuſet du feu, & faites-le refroidir, avec précaution, pour que le régule ſe précipite. Lorſque le creuſet ſera refroidi, caſſez-le. A l'égard du régule, qui ne peut être encore aſſez pur, il faut le pulvériſer dans un mortier, & le refondre ſur le champ dans un creuſet, en y mêlant un peu de nitre.

3°. Mêlez enſemble une demi-drachme de limaille de fer, deux ſcrupules de ſoufre, & trois de nitre. Après la détonation, ce mélange formera une maſſe noire, friable, ayant l'odeur & le goût du ſoufre : ajoutez-y cinq ſcrupules d'antimoine, deux de nitre, & mettez le tout petit-à-petit dans un creuſet, & édulcorez comme pour l'antimoine diaphorétique ſimple. On peut encore donner à cet antimoine diaphorétique Martial, une couleur blanche par le procédé ſuivant : Prenez de la limaille de fer à volonté, & arroſez-la pluſieurs fois d'eau de pluie ; afin de la réduire en une eſpece de ſubſtance mucilagineuſe. Faites-la enſuite ſécher, après quoi vous la broyerez en une poudre ſi ſubtile, que par l'addition de l'eau, elle paroît avoir augmenté dix fois de volume. Prenez parties égales de cette poudre & d'antimoine, que vous ferez détonner avec le nitre ; vous aurez enſuite de l'antimoine Martial, beau & blanc. KŒNIG.

4°. Prenez une livre de clous de fer, & une livre de meilleur antimoine ſtrié de Hongrie ; mettez ces clous dans un creuſet, que vous placerez dans un fourneau à vent, juſqu'à ce qu'ils ſoient fondus ; alors, mettez ſucceſſivement, avec une cuilliere de fer, l'antimoine pulvériſé ; & pouſſez le feu, juſqu'à ce que le tout ſoit en fuſion, en ajoutant, en petite quantité, mais parties égales, de nitre & de tartre, & de nitre détonné ; coulez enſuite le mélange fondu dans un mortier de cuivre, chauffé, & pulvériſez le tout enſemble ; ajoutez à cette poudre trois fois autant de nitre ſec : faites détonner ; édulcorez & conſervez pour les beſoins, la poudre brune qui ſera reſtée ſur le filtre. KŒNIG.

5°. Outre le régule d'antimoine Martial, fait de 15 ℥ d'antimoine, 4 ß ℥ de limaille de fer, 9 ℥ de ſel de tartre & de nitre, il y a des ſcories très-noires, qui, pulveriſées & exactement mêlées avec trois fois autant de nitre, donnent après la détonation, l'édulcoration, & tout ce qui convient d'ailleurs pour achever l'opération, un beau bezoard Martial, de bon ſervice, & d'une couleur de canelle foncée. Si l'on expoſe pendant quelque-temps ces ſcories à l'air libre, qu'on en tire enſuite tous les ſels & le ſoufre, & qu'on faſſe précipiter les ſoufres avec le vinaigre diſtillé, en y en verſant juſqu'à ſaturation : ſi enfin, on acheve d'opérer, ſuivant l'art, ces ſcories donnent la terre foliée du tartre, combinée avec le ſoufre le plus ſubtil de l'antimoine, qui eſt d'un bon uſage. L'Auteur, dans la vûe d'épargner, conſeille de prendre parties égales, par exemple, 3 ℥ d'antimoine pulvériſé, avec autant de limaille de fer, ou même, à ſon défaut, de mine de fer pulvériſée, & 18 ℥ de nitre le plus pur & pulvériſé ; de les mettre ſucceſſivement, comme pour l'antimoine diaphorétique, dans un pot ou un creuſet de terre commune, mais fort grand, à cauſe des ébullitions conſidérables, & préalablement échauffé ; de remuer le mélange avec une ſpatule ; de le faire détonner ; & après avoir tiré ſur les bords du creuſet les ſcories mal-calcinées, & les efflorescences viciées par l'antimoine, de tranſvaſer la matiere qui eſt reſtée dans le creuſet, & de l'édulcorer ; car il reſte toujours quelques parties groſſieres du fer, qui ne ſont pas aſſez fondues, enſorte que le réſidu peut avoir perdu 1 ß ℥ ou 1 ℥ de ſon poids. Il dit que l'antimoine qui reſte, & qui dans le combat inopiné, lors de la détonation, s'eſt ſuffiſamment mélangé ou ſaturé des parties ferrugineuſes & nitreuſes, ne cede en rien, ni pour la couleur, ni pour les effets, à l'autre qui coûte un peu plus à faire. Une choſe curieuſe, c'eſt que le bon poids, qui ſe trouve manifeſtement ſur cette poudre édulcorée, ne ſe peut qu'à peine attribuer à l'humidité extérieure, attirée par les écoulements de la chaleur, ou aux parties détachées de la ſpatule. KŒNIG : mais ſur tout cela, voyez *mon Traité de l'Antimoine*.

6°. Prenez du ſafran de Mars ou de la rouille, & du ſel ammoniac ; mettez ce mélange dans une cucurbite, que vous placerez dans un petit fourneau d'eſſai. Bouchez le bas avec de l'argile, de façon que le feu ne puiſſe s'inſinuer dans le four, que par quelques petites ouvertures : couvrez la cucurbite de ſon chapiteau, & donnez le feu, d'a-

bord doucement, ensuite plus fortement, jusqu'à ce qu'elle rougisse. Tenez-la dans ce dégré de chaleur, jusqu'à ce qu'il ne monte plus de fumée. Laissez ensuite refroidir le vaisseau, ôtez le chapiteau, ramassez les fleurs, & faites-les dissoudre dans une quantité d'eau suffisante : filtrez la dissolution, & versez dessus, goutte à goutte, de l'huile de tartre, faite *per descensum*, ou de l'esprit de sel ammoniac : vous aurez un précipité au fond du vase. Versez par inclinaison la liqueur qui surnâge, & laissez sécher le précipité. LÉMERY : mais sur tout cela, voyez *mon Traité de l'Antimoine*.

§. VIII.

Régule de fer ou d'acier.

1°. PRENEZ chez les Ouvriers en acier, quatre onces de rognures d'acier, de la meilleure qualité, que vous ferez chauffer au blanc dans un creuset, pendant un quart-d'heure, à un feu assez violent; ajoutez-y huit onces d'antimoine pulvérisé, tenez le creuset dans le feu, jusqu'à ce que le mélange soit fondu; jettez-y de temps-en-temps, un peu de nitre pulvérisé, environ une demi-once, afin de faciliter la fusion, & de la rendre liquide comme de l'eau. Retirez du feu le creuset, donnez-lui quelques petits coups, & laissez-le ensuite refroidir. Après l'avoir cassé, vous trouverez au fond une masse métallique blanche, semblable au régule d'antimoine Martial. Les scories sont au-dessus du régule qu'il faut pulvériser, & fondre ensuite, dans un nouveau creuset, la poudre qui en provient: on n'aura pas besoin d'un grand feu pour cela. Ce régule en devient plus pur & plus beau; sur-tout si l'on y ajoute une petite pincée de nitre. C'est ainsi que les Chymistes font ce régule, & ils s'en servent pour préparer le beurre martial & bézoardique : ils croient aussi, que lorsqu'il est véritable, c'est-à-dire, bien fait, il est capable d'augmenter l'or & l'argent, ainsi que de fixer le mercure. Telle est la préparation du régule d'acier. *Collect. de Leyde.*

2°. Mettez dans un creuset de vieux clous de fer, des feuilles de fer ou de la limaille, & exposez le creuset à un feu assez vif : lorsque le tout sera chauffé au blanc, ajoutez-y deux cuillerées d'antimoine. (Si vous avez pris de la limaille de fer, au lieu de feuilles de fer, alors il faut la pulvériser, avec partie égale d'antimoine, & la mettre, cuillerée par cuillerée, dans le creuset qui doit être rougi par la flamme : après quoi, vous mettez le reste de l'antimoine, relativement à la quantité des clous employés.) Couvrez le creuset de charbons, & soutenez le feu, jusqu'à ce que tout l'antimoine soit en bouillie; alors ajoutez une pincée de nitre, & remuez avec une baguette de fer; un moment après, mettez une seconde pincée de nitre, ensuite une troisieme, une quatrieme, jusqu'à ce que vous ayez employé autant pesant de nitre que vous avez mis de métal, c'est-à-dire; qu'il doit y avoir dans le mélange, un tiers de métal, un tiers d'antimoine, & un tiers de nitre. Pendant ce temps, ayez soin de soutenir le feu. La matiere en fusion, coulée dans un cône, donnera un régule, avec beaucoup de scories brunes, & presque transparentes. Si on les pulvérise, qu'on les fasse bouillir dans l'eau, qu'on filtre la décoction pendant qu'elle est chaude, qu'on édulcore le sédiment, & qu'on le mette au feu de réverbere, on aura un safran de Mars ou de cuivre très-subtil.

Autrement, mettez dans un creuset du sel alkali de cendres, ou du nitre fixe, ou du sel de tartre, que vous ferez fondre à un grand feu, dans un creuset, jusqu'à ce qu'elles soient liquides; plongez dans la matiere en fusion, les clous dont nous venons de parler; & un moment après, mettez-y le double pesant d'antimoine, relativement au poids des clous. Faites fondre le tout à un grand feu bien entretenu : vous vous assurerez de la fusion, avec le secours d'une baguette de fer. Alors, versez la matiere fondue dans un cône, & vous aurez un régule & des scories, qui traitées, suivant le procédé de l'article précédent, vous donneront de même un safran métallique très-subtil. Il faut remarquer que dans cette préparation le poids de l'alkali doit répondre à celui de l'antimoine, & que l'on ne doit mettre ce dernier que par petites cuillerées, & successivement : autrement, il s'échapperoit par-dessus les bords du creuset, lors de son ébullition. *Le Docteur* STAHL.

3°. Prenez deux livres d'antimoine pulvérisé, que vous mettrez dans un creuset, avec une once de fer en limaille ou en petits morceaux, faites-les fondre; & pendant ce temps, jettez-y, à différentes reprises, deux onces de salpêtre; coulez ensuite la matiere fondue dans un cône, enduit de suif ou de cire, vous trouverez au fond un régule, qu'il faut laver pour lui ôter toutes ses impuretés, & par l'addition de deux onces de salpêtre que vous y jettez une seconde fois, ce régule sera étoilé : aussi l'appelle-t-on *régule étoilé de Mars*, *de Lancelot.*

Il faut observer que d'autres Chymistes prennent une partie de fer, & deux d'antimoine pulvérisé; que les uns veulent du fer neuf, les autres du vieux; que le fer fond plus facilement, si on le fait d'abord chauffer seul dans le creuset, & qu'on ne mette l'antimoine qu'après : il faut aussi couvrir le creuset. Pour que le régule se sépare aisément

des ſcories, & purifier ces dernieres, on doit à trois parties de nitre ajouter 16 parties d'antimoine. Quand la décrépitation eſt ceſſée, il faut frapper le creuſet pour que le régule ſe détache des ſcories & ſe précipite au fond. Lorſque le régule n'eſt pas bien purifié, il faut le fondre une ſeconde fois dans un creuſet, avec deux nouvelles parties d'antimoine, & lorſque le mélange ſera en fuſion, on y ajoute trois parties de nitre, ce qui donne un régule Martial plus pur. On peut même le refondre juſqu'à trois & quatre fois, toujours avec l'addition de nitre, ce qui le purifie toujours de plus en plus, enſorte que plus il a eſſuyé de fuſions, plus le régule eſt pur; il devient même alors étoilé. Il y a des Chymiſtes qui ont obſervé qu'il eſt plus difficile d'avoir un régule étoilé quand l'air eſt ſerein, que quand il eſt humide.

Lémery, dans ſon Traité de l'Antimoine, indique encore de meilleurs procédés pour la préparation & confection des régules d'antimoine: voici ce qu'il dit. Il a mis 8 ℥ de clous de fer dans un creuſet qu'il a laiſſé enſuite chauffer juſqu'au blanc pendant une heure. Après cela il a ajouté ſucceſſivement, & par cuillerées, 16 ℥ d'antimoine pulvériſé, lequel s'eſt mis en fuſion avec le fer. Alors il a, petit-à-petit, jetté dans le creuſet 3 ℥ de ſalpêtre. Après la détonation, le tout a fondu à merveille. Il a verſé la matiere fondue dans un mortier chauffé, & qu'il frappoit pour que le régule ſe raſſemblât au fond. Lorſque le tout a été refroidi, il a ſéparé les ſcories du régule, qui brilloit admirablement, peſoit dix ℥, & étoit plus dur que tous les autres régules dans leſquels il entre de l'antimoine. Les ſcories formoient une maſſe noirâtre, compacte, ferrugineuſe, & par leur poids, indiquoient que le mélange mis en fuſion, avoit perdu ℥ 4 de ſes parties. Pour rendre ce régule plus pur, il l'a pulvériſé & fondu de nouveau avec addition de 2 ℥ d'antimoine & 3 ℥ de ſalpêtre. Après la détonation, le mélange s'eſt très-bien mis en fuſion: il l'a verſé dans un mortier graiſſé, & a obtenu un nouveau régule peſant 8 ℥, plus beau & plus pur que le premier. Les ſcories qui ſurnâgeoient, & qui étoient de couleur cendrée, peſoient 3 ℥ & 6 ʒ. Le déchet avoit été de 2 ℥ & ʒ. Il a encore refondu ce régule avec addition de 3 ℥ de ſalpêtre. Après une légere détonation, il a eu un nouveau régule peſant 8 ℥ & 4 ß ʒ, ce qui faiſoit un déchet de 3 ß ʒ. A l'égard des ſcories, elles étoient de couleur griſe ou cendrée. Il a, pour la troiſieme fois, fait refondre ce régule, & a verſé la fuſion dans un cône; il a eu un nouveau régule peſant 8 ℥, & merveilleuſement étoilé. Le déchet avoit été de 4 ß ʒ: pour les ſcories elles étoient d'un blanc jaunâtre. La preuve que ce régule, tant de fois purifié, contenoit du fer, ſe tiroit de ſa dureté, & de l'action de l'aimant qui l'attiroit. Après avoir pulvériſé les ſcories, il les a fait bouillir dans l'eau pendant une heure. La liqueur paſſée à travers du filtre, étoit teinte d'une couleur tirant ſur le rouge: le vinaigre la troubloit, & précipitoit au fond une matiere jaune de mauvaiſe odeur. Cette pouſſiere précipitée, & enſuite filtrée, édulcorée, & ſéchée, peſoit 4 ℈. Elle étoit rouge, & aſſez ſemblable au ſoufre doré ordinaire. L'Auteur n'a pû découvrir ſi cette pouſſiere renfermoit encore quelques parcelles de fer.

Autrement.

Il faut mêler enſemble 16 ℥ d'antimoine crud, 8 ℥ de rognures ou limailles d'acier, pulvériſer le tout, & y ajouter 2 ℥ de tartre. & 6 ℥ de ſalpêtre; mettre ce mélange, cuillerée à cuillerée, dans le creuſet, où après la détonation, il fondra comme il faut. Le régule, qui en provient, coulé dans un mortier chaud, peſera 12 ℥ & 7 ʒ: il ſera brillant, compact, peſant, tranſparent, ſemblable à du marbre à l'extérieur, mais intérieurement violet, pourpre, avec des teintes de jaune. Les ſcories ſeront noirâtres, ferrugineuſes, d'un poids médiocre, c'eſt-à-dire, 14 ℥, & le déchet de 15 ℥ & 1 ʒ. Si on refond ce régule avec addition de 2 ℥ d'antimoine, & parties égales de tartre & de ſalpêtre, le nouveau régule que l'on aura, ſera encore plus beau & plus pur; il peſera 12 ℥; les ſcories peſeront 3 ß ℥, ſeront couleur de fer, & le déchet ſera de 3 ℥. & 3 ʒ. Refondez une ſeconde fois ce même régule avec 2℥ de ſalpêtre & une de tartre, il en réſultera un nouveau régule toujours plus beau & plus pur, qui peſera 11 ℥. Quant aux ſcories, qui ſeront partie noires, blanches & jaunes, leur poids ſera de 2 ℥ & 1 ʒ, & le déchet de 1 ℥ & 8 ʒ. A la troiſieme fois qu'on refond le régule, il en renaît un autre très-pur, étoilé, & peſant 9 ℥ avec des ſcories jaunes.

Autrement.

16 ℥ d'antimoine crud, 12 ℥ de tartre, 10 ℥ de nitre, & 8 ℥ d'acier en poudre, & mis dans un creuſet, cuillerée à cuillerée, donnent, après la fuſion, un beau régule étoilé, & très-pur, peſant 6 ℥. Les ſcories peſent 22 ℥, & le déchet eſt de 18 ℥. Par cette opération, on a un régule plus petit qu'en ſuivant le procédé ci-deſſus; mais auſſi on l'a plus promptement, & dès la premiere fuſion il eſt étoilé.

Autrement.

Mettez dans un creuſet chauffé, 8 ℥ de clous

clous de fer ; ou seulement de pointes de clous, 32 d'antimoine pulvérisé, que l'on ajoutera à différentes reprises, & 3 ℥ de salpêtre, le tout par cuillerées. Vous aurez une masse après la fusion, de 39 ℥, & le déchet sera de 4 ℥. De cette masse, il y en aura 27 ℥ pour les scories, qui seront de couleur de fer, ou grises, & 12 ℥ pour le régule qui se détache aisément. Si on le fait refondre avec 3 ℥ de salpêtre, il donnera un beau régule du poids de 10 ℥, avec des scories d'un jaune-brun, pesantes 3 ℥ & 2 ʒ ; ensorte que le déchet sera de 1 ℥ & 6 ʒ. Faites refondre le régule une seconde fois avec 3 ℥ de salpêtre ; vous aurez un nouveau régule du poids de 8 ℥ & 6 ʒ, avec des scories couleur de boue, pesantes 2 ℥ & 3 ʒ : le déchet sera de 1 ℥ & 7 ʒ. Enfin, ce régule, fondu pour la troisieme fois avec 3 ℥ de nitre, donne un dernier régule, étoilé, pesant 7 ß ℥, & des scories blanchâtres du poids de 2 ℥ & 1 ʒ : le déchet est de 2 ℥ & 1 ʒ. Ce dernier régule est des plus beaux, avec des rayons brillants; mais il n'y a pas tant de fer que dans les autres, puisqu'à une livre d'antimoine on n'a joint que 4 ℥ de fer, au lieu que dans les autres procédés, on en a mis le double.

Du Régule étoilé.

ON voit, dans ces régules purifiés, principalement la figure d'une étoile, qui, d'une espece de centre, répand des rayons vers la circonférence. Ce centre est ordinairement plus élevé que les parties adjacentes : cependant il y a des régules qui ont au centre une petite cavité. Dans d'autres, tout est également plein & uni. Les rayons sortent du centre comme des lames d'épées, qui d'abord s'élargissent de plus en plus, puis se rétrécissent en approchant de la circonférence. Ces rayons sont tous différents par leur figure, & représentent ceux du soleil. Quelques-uns pensent que ces régules sont étoilés tant au-dedans qu'au de-hors, mais en ayant cassé un, on n'a trouvé dans l'intérieur qu'une masse confuse, remplie d'une multitude de points brillants en forme de crystaux. Dans quelques régules, ces crystaux semblent tendre à un centre commun : mais, dans tous les régules, ces crystallisations intérieures ne paroissent pas toujours avoir du rapport avec l'étoile extérieure, & ne tendent pas toutes à un même centre. L'étoile, dont il s'agit, n'est que superficielle, & elle tire son origine des scories qui tiennent au régule. C'est par cette raison qu'on la trouve également sur tous les régules, grands & petits. Le régule martial se charge plus difficilement de cette figure étoilée que le régule d'antimoine commun: mais on est sûr de l'avoir si la matiere du régule est en fusion bien liquide. Quelquefois on remarque de la confusion dans l'étoile du régule, sur-tout si, en le versant, on a un peu panché le mortier, ou le cône qui l'a reçu: car alors la surface du régule n'a pû prendre une certaine figure déterminée. D'autres fois on ne voit sur le régule que la moitié de l'étoile ; d'autres fois on y voit une espece de végétation; d'autres fois des rayons sans aucun ordre régulier. Il y en a même où les vestiges de l'étoile ne paroissent que sur les bords de la circonférence. Tout ceci est extrait de *LÉMERY*, *sur l'Antimoine.*

Au reste, si l'on veut sçavoir plus amplement la maniere de se procurer des régules d'antimoine martial, ses différentes distillations & les autres opérations de Chymie, employées pour avoir un régule martial, on n'a qu'à voir mon Traité de l'Antimoine.

§. IX.

De la Teinture de Mars apéritive.

1°. PULVÉRISEZ & mêlez 12 onces de safran de Mars & 32 onces de tartre blanc : faites cuire ce mélange dans un pot de fer pendant 12 heures, avec 12 ou 15 livres d'eau de pluie. Remuez le tout avec une baguette de fer, & lorsque la premiere eau sera réduite, remettez-en d'autre bouillante : laissez ensuite reposer la décoction. Il surnâgera une liqueur noire, qui, filtrée, & mise dans un pot de terre sur le feu jusqu'à ce qu'elle ait pris la consistance du miel, ou d'un syrop épais, pesera 44 onces. Au fond du pot, il reste une matiere blanchâtre que l'on rejette comme inutile. C'est un mélange des parties grossieres du tartre & du fer; on appelle cette teinture, *Teinture de Mars tartarisée*, & *syrop doux de Mars*. Elle est très-apéritive. *LÉMERY.*

2°. Prenez une partie d'écailles de fer, & deux du meilleur tartre crud ; mettez-les dans un grand pot de fer, avec beaucoup d'eau, & faites bouillir le tout. Plus il bouillira long-temps, mieux ce sera. Si par hasard la matiere s'épaissit, il faut mettre dedans de l'eau nouvelle ; ensuite vous goûterez la décoction pour sçavoir si elle a un goût de sel, & vous verrez si la liqueur qui surnâge noircit. Si cela est, passez la décoction à la chausse, & faites-la ensuite réduire en une espece de syrop liquide. Quelques Chymistes se servent de cette décoction avec de l'esprit-de-vin rectifié pour faire de la teinture de Mars: mais elle est bien inférieure en bonté à l'autre. Après que vous aurez desséché le résidu grossier qui est resté sur le filtre, & lorsqu'il ne fumera plus, vous aurez un safran de Mars d'un goût salé : telle est la teinture de Mars tartarisée, ou la teinture de tartre martiale. *BARCHUSEN.*

3°. Prenez 8 onces de rouille de fer, qu'il faut humecter avec de l'eau de rosée ; mêlez-

les dans un pot de fer avec trois livres d'eau de miel, & quatre livres de vin doux; ajoutez-y quatre onces de suc de poirée; couvrez le pot, & l'exposez à un feu modéré: laissez le tout en digestion pendant trois jours: faites ensuite bouillir pendant 3 ou 4 heures, après quoi découvrez le pot, & remuez le mélange que vous reboucherez sur le champ, de crainte que l'évaporation ne soit trop précipitée. Lorsque la liqueur est noire, on la retire du feu, & on la passe encore toute chaude par un linge; après quoi on la met dans un vase de verre que l'on met dans un bain de sable pour faire évaporer toute l'humidité: c'est ainsi que l'on fait la teinture de Mars. Ce qui reste au fond du pot est une matiere terrestre & ferrugineuse, d'aucune utilité. *LÉMERY.*

4°. Prenez deux onces de vitriol de Mars pulvérisé, mêlez-les avec autant de sel de tartre, & broyez le tout dans un mortier jusqu'à ce qu'il soit réduit en poudre impalpable. Il est agréable de voir que quoique ces deux sels soient blancs, cependant lorsqu'ils sont mélangés, ils prennent une couleur rougeâtre. Il faut bien remuer le mélange, ce qui le fait mettre en écume, qui, exposée à l'air humide, se résout en liqueur d'un excellent usage dans la Médecine. Il faut peser la matiere rouge avant & après qu'elle aura été résolue en liqueur, & faire évaporer au bain-marie l'excédent de son poids, qui n'est autre chose que l'humidité qu'elle tient de l'air, & remplacer cet excédent par autant d'esprit de Vénus: ensuite il faut laisser le tout en digestion dans un bain de vapeurs pendant 24 heures. Lorsque le tout sera réduit à la consistance du miel, il faudra verser dessus de l'esprit-de-vin tartarisé de la hauteur de quatre doigts, & le laisser en digestion pendant trois jours & trois nuits: filtrez ensuite la teinture quand elle sera refroidie, faites-la évaporer doucement, & réduisez-la à la moitié ou au tiers. En suivant ce procédé, on se procure un excellent remede apéritif. *LE FEBVRE.*

5°. Ecrasez grossierement des scories de fer, celles que rejettent les Ouvriers, & versez dessus du vinaigre de la hauteur de trois ou quatre doigts: laissez le tout en digestion pendant trois jours afin que le vinaigre se charge d'un rouge brillant; décantez, & laissez-le reposer jusqu'à ce qu'il soit bien clarifié. Décantez-le une seconde fois; c'est le moyen d'avoir une teinture de Mars très-brillante. *KŒNIG ex BOE SILVIO.*

6°. Sur de la limaille de fer bien lavée dans l'eau claire, versez du suc de pommes de Borsdorff: mettez cette composition dans un lieu chaud pendant quelques jours, & pendant cet intervalle ayez soin de remuer souvent le mélange: passez la liqueur au travers d'un linge, & laissez-la en digestion dans un lieu chaud jusqu'à ce qu'elle ait acquis de la consistance: vous aurez alors ce qu'on appelle l'*essence douce de Mars*, ou *l'extrait doux de Mars*. Si vous versez sur cette essence de l'esprit-de-vin, & que vous laissiez encore en digestion pour la filtrer ensuite, vous aurez l'essence ou l'extrait de Mars doux. *KŒNIG & HOFFMANN.*

Voici comment *Valentini* décrit cette teinture ou essence de Mars, qu'il dit n'en mériter le véritable nom, que lorsqu'on a laissé en digestion, dans un lieu chaud, de la limaille de fer avec du suc de pommes de *Borsdorff*, jusqu'à ce que le tout noircisse comme de l'encre, & que par le moyen de la cuisson, le suc en soit tiré par extrait, pour le faire ensuite dissoudre dans l'esprit-de-vin ou celui de cochléaria. *VALENTINI.*

7°. Sur du vitriol de Mars calciné jusqu'au blanc, versez du vinaigre distillé de deux doigts de hauteur: laissez ensuite digérer; lorsque le vinaigre aura pris une teinture rouge, filtrez-le, & réduisez-le en une espece de syrop comme du miel: versez ensuite dessus de l'esprit-de-vin rectifié, & remettez-le une seconde fois en digestion, jusqu'à ce que l'esprit-de-vin soit bien chargé de la teinture; filtrez, faites évaporer au bain-marie jusqu'au tiers. *Collect. de Leyde.*

8°. Laissez en digestion, pendant deux jours, une partie de rognures de fer calcinées au feu de réverbere, sur laquelle vous aurez versé trois parties d'esprit de nitre doux, & jusqu'à ce que le mélange se soit chargé d'une couleur rouge. *Collect. de Leyde.*

9°. Prenez 14 onces de menus morceaux de fer, une once d'esprit de sel commun, & 8 onces d'eau: laissez le tout en digestion durant 3 ou 4 jours, pendant lesquels il faudra remuer le mélange deux fois par jour; ajoutez-y trois onces de crystaux de tartre pilés, & de l'eau commune en suffisance. Faites bouillir le tout dans un pot de fer pendant deux heures, & ajoutez-y de nouvelle eau, s'il en est besoin; faites ensuite filtrer la décoction, ou laissez-la reposer jusqu'à ce que les matieres épaisses soient précipitées: décantez la liqueur clarifiée qui surnâgera, & faites-la réduire en syrop leger, que vous conserverez pour l'usage, après avoir versé dessus une demi-partie d'esprit-de-vin rectifié.

Ou bien faites bouillir dans autant d'eau que vous voudrez 3 parties de fer en rognures, & 8 parties de crystaux de tartre, & cela pendant trois ou quatre heures. Remuez comme il faut le mélange, & remettez-y de nouvelle eau jusqu'à ce qu'elle soit assez colorée. Faites-le réduire en consistance de syrop, en prenant garde de le laisser brûler. Les parties grossieres & pesantes occuperont

le fond du pot, tandis qu'au-dessus surnâgera le plus clair, qu'il faut décanter & réduire à la consistance de l'huile, & qui vous donnera la teinture de Mars.

Ou bien à deux ou trois onces d'eau-de-vie commune, mêlez une once de fleurs de fer ou d'hématite, & pour avoir la même teinture, procédez comme nous venons de l'enseigner.

10°. On vante beaucoup comme excellente, belle & couleur de sang, la teinture de Mars qui se fait avec le vitriol de Mars, & le sel essentiel du vin, par l'intermede de l'esprit-de-vin, suivant le procédé qui suit de Volfincius. Prenez parties égales de tartre, & de poudre d'esprit de Mars non-calciné : mêlez-les & exposez-les à la cave ou dans un lieu humide, pendant trois jours & trois nuits. Au moyen de ce que l'air s'insinue dans les pores, la couleur se change, & devient en quelque façon fluide. A ce mélange, ajoutez de l'esprit-de-vin : sur le champ vous aurez une couleur magnifique, qui, mêlée dans du vin donne une odeur agréable, & exalte les autres couleurs. *Kœnig*.

11°. Sur des morceaux d'acier, nettoyez, versez, autant qu'il en faudra, de vinaigre fait avec du vin tendre & doux. Laissez ce mélange pendant une heure ou deux : tirez ensuite doucement la liqueur, & versez de nouveau du vinaigre, ce que vous réitérerez plusieurs fois. Mêlez ensemble tous les différents extraits, & laissez reposer tranquillement, afin que les parties grossieres se précipitent. Versez, par inclinaison, la partie la plus claire, & conservez-la : on l'appelle *Essence noire de Mars & apéritive*.

12°. Voici ce que *Barchusen* nous enseigne sur la maniere de se procurer ces teintures apéritives. 1°. Sur des fleurs martiales préparées par le sel d'antimoine, versez de l'alkool de vin de la hauteur de deux ou trois doigts. Laissez digérer à une chaleur modérée : la teinture filtrée à travers le papier se nomme *teinture de Mars apéritive volatile*. 2°. La teinture de Mars, celle que *Zwelfer* appelle *la véritable*, se fait, quand, à parties égales de vitriol de Mars & de terre foliée du tartre, ou pour le mieux, lorsqu'à une once de vitriol de Mars, & à une demi-once de terre foliée, exposées à un feu doux dans un vase de fer, jusqu'à ce que la couleur verte soit enlevée, on ajoute six ou huit fois autant d'esprit-de-vin, laissant digérer pendant quelques jours ; & après avoir filtré, conservant cette matiere dans une bouteille de verre. 3°. *Wedelius* estime beaucoup la teinture qu'on appelle *anti-scorbutique*, & dont voici la préparation : mêlez parties égales de vitriol martial, & de fleurs martiales, de sel ammoniac ; versez six fois autant d'esprit de cochléaria bien rectifié ; digerez, & filtrez ensuite. 4°. Il faut aussi faire cas de celle dont on attribue l'invention à *Lemort*. Prenez d'écailles d'acier 4 ℥, de tartre blanc 12 ℥, d'esprit de sel ammoniac 2 ß ℥, d'eau 3 ℥. Mettez le tout dans un vaisseau de terre ou de verre à col large ; remuez deux fois par jour, avec une baguette de fer, en ajoutant chaque jour deux drachmes d'esprit-de-vin ordinaire, ce qu'il faut continuer pendant deux ou trois semaines. Après ce temps, il faut ajouter chaque jour quatre onces de ce qui suit, d'eau rose 12 ℥, d'esprit de sel ammoniac 8 ℥, & à la fin ajouter dix grains d'huile de géroffle : filtrez ensuite. *Barchusen*.

§. X.

Teinture de Mars de Ludovic.

Prenez une partie de vitriol de Mars bien préparé, quatre de crystaux de tartre, & vingt d'eau ; faites bouillir le tout ensemble, jusqu'à ce que la matiere soit épaissie ; mettez-la dans un vase élevé ; versez dessus douze fois autant d'esprit-de-vin qui aura été rectifié une fois : faites bouillir pendant 24 heures & plus. Il surnâgera une teinture rougeâtre, qui se sera séparée des matieres grossieres qui se sont précipitées. Si par la distillation on réduit cette teinture à moitié, il se forme au fond des crystaux, qui, fondus de nouveau dans l'esprit-de-vin, donnent la teinture de Mars. *Boerhaave*.

Teinture de Mars avec des Coings, *Cydoniata.*

Prenez 1 ℥ de limaille de fer très-fine & bien lavée ; versez dessus dans un vase de verre, à fond large, 6 ou 7 ℥ de suc de coings par expression ; laissez digérer pendant quelques jours, jusqu'à ce que le tiers ou la moitié soit évaporée, & que ce qui reste montre au goût qu'il est suffisamment chargé de vitriol ; filtrez ; & après avoir ajouté un peu d'esprit-de-vin & d'esprit de cochléaria, laissez à une digestion douce, remuant de temps-en-temps le vaisseau : vous aurez ainsi la teinture de Mars que nous avons dite. *Hoffmann*.

§. XI.

Teinture astringente de Fer ou d'Acier.

Prenez trois onces de limaille de fer bien nettoyée, mettez-les dans une cucurbite de verre : versez-y assez d'esprit de Vénus pour les humecter, & en faire une masse. Mettez le chapiteau à la cucurbite, & distillez jusqu'à siccité. Cohobez, s'il y a de la saveur ; sinon, mettez plus d'esprit de Vénus sur le fer, & poussez à siccité, comme nous venons

de dire, ce qui se répete trois fois, ou jusqu'à ce que le fer soit changé en safran subtil & rouge, qu'il faut ensuite broyer sur le porphire, pour le remettre dans la cucurbite, avec de l'esprit de Vénus de la hauteur de quatre doigts, & le distiller au bain-marie, jusqu'à ce qu'il monte de l'esprit de couleur rouge. Séparez la teinture, mettez de nouveau menstrue, mêlez toutes les teintures, faites-les réduire en consistance de syrop, sur lequel vous verserez de l'esprit-de-vin, de la hauteur de trois doigts, qu'il faut laisser digérer à la chaleur du bain, verser, filtrer & remettre du menstrue, jusqu'à ce qu'on ait toute la teinture. Filtrez toutes les teintures, faites-en évaporer les trois quarts : ce qui restera, est la teinture de Mars astringente. *Le Febvre.*

2°. Prenez des récréments ou scories de fer, ou ce qu'on appelle *le mache-fer*, que les Ouvriers rejettent, & dans lequel il y a encore du fer : calcinez, pulvérisez, mettez dans un vase, & versez de l'esprit de vinaigre. Laissez le mélange en digestion dans un vaisseau de verre bouché pendant quatorze jours & quatorze nuits, ou jusqu'à ce que l'esprit de vinaigre soit chargé d'une couleur brune-rouge. Séparez la liqueur : laissez-la reposer, pour que le plus épais se précipite. Décantez la partie la plus claire, & vous aurez une teinture rouge pure & limpide, qu'on appelle *teinture astringente. Collect. de Leyde.*

3°. Prenez 2 ℥ de fer ou d'acier, & trois onces d'esprit de vinaigre, mettez-les dans un vase de verre, & les faites digérer au bain de sable, pendant 24 heures ; augmentez le feu par dégré, & poussez-le jusqu'au troisieme ; en un jour, vous aurez une couleur rouge ; filtrez par le papier, & conservez. *Collect. de Leyde.*

4°. Mettez & mêlez dans un creuset, deux onces de poudre d'hématite & de menus morceaux de fer, avec trois onces de sel ammoniac : tenez le creuset au feu pendant deux heures, jusqu'à ce qu'il ne donne plus de fumée. Que le feu soit doux dans le commencement, & dans l'espace d'une demi-heure, poussez la matiere au blanc : pulvérisez ce qui reste. Prenez de cette poudre, ou deux onces du *caput mortuum*, qui reste après la sublimation des fleurs d'hématite. Versez six onces d'esprit-de-vin de France : plus vous laisserez en digestion, mieux vous ferez. Séparez la teinture de ce qui s'est précipité. *Collect. de Leyde.*

5°. Versez vingt parties de bon vin du Rhin, sur de la limaille de fer récente & sans rouille. Laissez-les pendant trois ou quatre semaines au frais, dans un vase bouché, l'agitant souvent. Le vin prendra une couleur noire avec un goût sucré, stiptique, qu'il faut garder pour l'usage. Si on met du vin sur le résidu, il ne prendra presque plus de cette couleur; ou faites bouillir le fer dans un vaisseau élevé, & vous aurez la même teinture : filtrez & gardez pour l'usage. *Boerhaave.*

6°. Si au lieu du vin du Rhin, on met sur le fer douze parties de vinaigre distillé, on aura une teinture très-saturée, couleur de sang d'une odeur nausabonde, stiptique, douce, très-chargée de fer. Il faut les faire bouillir ensemble pendant quelques heures. Si on met de nouveau du vinaigre sur le résidu, on n'obtiendra plus la couleur du sang, mais simplement une matiere composée singuliérement. Si on met une once de cette teinture ou de la précédente, dans quelque syrop épaissi, on aura un syrop potable de Mars. *Boerhaave.*

7°. L'eau d'acier ou celle dans laquelle on éteint l'acier, est d'autant meilleure & d'autant plus propre aux usages de la Médecine, que les extinctions ont été plus nombreuses.

8°. Choisissez des fleurs de sel ammoniac les plus pures, & de la couleur la plus foncée : versez dessus de l'esprit-de-vin rectifié. Par le moyen d'une chaleur digestive, vous obtiendrez une teinture de couleur d'or, que vous filtrerez & conserverez dans un vaisseau de verre bien bouché. *Hoffmann.*

Ou bien prenez le quart d'une livre de limaille de fer, une demi-livre de sel ammoniac, sublimé au bain de sable, conservez à part les fleurs jaunes, & garantissez-les de l'air, de crainte qu'elles ne tombent en *deliquium.* Conservez aussi à part les fleurs noires, qui se dissolvent à l'air : elles sont fort astringentes.

9°. Des scories de fer, que les Ouvriers abandonnent, on tire une liqueur astringente, en les arrosant de vinaigre, & laissant en digestion, jusqu'à ce que le menstrue rougisse. Alors mettez-le dans un pot de fer, & le faites réduire à la consistance de miel, duquel on tirera la teinture, par le moyen de l'esprit-de-vin. On en fait encore en versant de l'alkool de vin sur le résidu de la sublimation des fleurs martiales, principalement sur les petites fleurs noires, qui s'arrêtent au milieu du vaisseau de verre qui a servi à la sublimation : mais ces teintures, & bien d'autres que l'on vante, font des opérations fort douteuses, ce qui se prouve par le peu d'accord des Auteurs entr'eux, l'un disant de la même teinture, qu'elle est apéritive, & l'autre qu'elle est astringente. *Barchusen.*

Extrait de Mars astringent.

Prenez 8 onces de safran pulvérisé ; mettez-les dans un pot de fer ; versez dessus 4 onces de vin rouge ; (on peut employer celui qu'on appelle *vin de teinte* ;) couvrez le pot, & mettez-le sur le feu pour cuire la matiere ; remuez

remuez-la avec une ſpatule, & réduiſez-la au tiers : paſſez ce qui eſt clair par un linge, & faites évaporer juſqu'à ſiccité. *Lémery*.

2°. Prenez 4 livres de vinaigre, une livre de ſuc de tamarins, faites-les bouillir enſemble dans un pot de fer : paſſez à la chauſſe, & éteignez dans la liqueur filtrée une livre de fer. Faites cuire une ſeconde fois dans un pot de fer, juſqu'à ce que le ſuc ait un goût de vitriol : filtrez de nouveau & faites évaporer juſqu'à la conſiſtance d'un ſyrop épais. *Barchusen*.

§. XII.

Eau Martiale ſemblable à l'eau acidule, ou Eau acidule artificielle.

Vous aurez de l'eau martiale artificielle en arroſant la mine de fer, qui a été pendant pluſieurs années expoſée à l'air, pour reproduire du vitriol (1) d'eau de roſée du mois de Mai, ou de quelqu'autre eau diſtillée, & filtrant ce qui ſe diſſout. On rejette ſur la mine vitriolique ce qui a été filtré, juſqu'à ce qu'il ne puiſſe plus ſe charger d'une plus grande quantité de ſels : alors cette liqueur eſt une eau acidule artificielle. Pour ſe procurer plus promptement du vitriol, il faut broyer la mine, & la mettre dans un lieu humide pour qu'il ſe détache. Par ce moyen, on dégage & on fait partir la matiere graſſe du ſoufre, & l'acide du ſoufre ronge le fer, ce qui produit du vitriol. Lorſqu'on a extrait le vitriol, on le met dans un vaſe de terre verniſſé, qu'on place dans une cave ou autre lieu humide. Le vitriol le plus pur paſſe à travers le vaſe, ſous la forme de fils très-déliés. Avec une plume on détache ces fils, & on les fait diſſoudre dans de l'eau de roſée de Mai, pour avoir la liqueur dont nous parlons.

2°. On tire par la diſtillation de la mine de fer récente, mieux encore de celle qui a été quelque temps expoſée à l'air, comme celle de Heſſe, &c. une liqueur ſpiritueuſe, qui, verſée ſur le *caput mortuum*, & rectifiée par pluſieurs cohobations, donne, à ce qu'on dit, une odeur ſemblable à celle de l'ambre & du muſc, & peu différente de l'odeur de l'eſprit vitriolique de Mars, amené à un goût acidule, agréable par l'addition de l'eau de fontaine. Cette eau mêlée de même imite les acidules, & eſt très-ſalutaire dans certaines effervescences dans les humeurs du corps humain. *Kœnig*.

3°. Mêlez parties égales de poudre de fer ou d'acier, avec du tartre de vin du Rhin ; verſez deſſus de l'eau de pluie filtrée : vous pourrez former des boules, que vous ferez ſécher, comme le ſel, dans un four ordinaire à cuire pain. Pulvériſez-les de nouveau, & formez-en des boules, à l'aide de l'eau de pluie : faites ſécher dans le four, & répétez juſqu'à ce qu'il ſemble que l'acier puiſſe ſe réſoudre en une eſpece de liqueur.

4°. Pulvériſez une partie de poudre d'acier, deux de fleurs de ſoufre ; ajoutez de l'eau de fontaine, pour réduire le tout en une eſpece de pâte : laiſſez en digeſtion pendant 12 heures ; verſez de nouvelle eau de la hauteur de 3 ou 4 doigts : faites cuire, juſqu'à ce que vous ayez une teinture jaune ; verſez, filtrez, réduiſez à un quart : après quelques jours, vous aurez une très-belle couleur rouge. *Collect. de Leyde*.

5°. Voici comment *Hoffmann* prépare les eaux acidules artificielles : Il dit qu'il eſt difficile de préparer les eaux acidules, au point non-ſeulement d'avoir la même odeur, & de fermenter, avec les acides, comme les véritables ; mais encore de leur donner une grande quantité d'eſprit élaſtique, éthéré, & de les amener au point de jetter des bulles, & d'exhaler une odeur pénétrante : circonſtances qui ſe trouvent dans les eaux de *Selter*, *Buch*, *Arron* & *Vildung*. Pour en venir-là, voici comment il s'y prend : J'ai mis, dit il, dans un vaſe de terre, à col étroit, une quantité d'eau ſimple la plus pure : d'abord, j'y ai mis une drachme ou un peu plus de ſel de tartre bien calciné, & tombé en défaillance. J'ai ajouté de l'eſprit de vitriol, plus ou moins, ſuivant qu'il étoit diſſous, mais en aſſez grande quantité, pour l'emporter, après l'ébullition, ſur des alkalis que j'y ai joints : après la fermentation, j'ai bien fermé le vaſe. Par cet artifice, j'ai obtenu une odeur ſemblable aux acidules, avec des bulles qui s'élevoient très-haut, lorſqu'on verſoit la liqueur : j'ai auſſi obtenu les autres vertus & qualités, au point que je m'en ſuis ſervi utilement dans les maladies qui demandoient l'uſage des eaux acidules, lorſqu'il n'étoit pas poſſible de ſe les procurer. C'eſt par cette raiſon, que je crois qu'on peut imiter les eaux d'*Ems*, en ſe ſervant de l'eau la plus légere & la plus pure, & mettant un peu plus de ſel de tartre. Si on veut en faire, comme celles de Pyrmont, qui ſont fort chargées d'ochre martial, il n'y a qu'à prendre des eaux martiales naturelles ou artificielles, & y ajouter un peu plus de ſel de tartre & d'eſprit de vitriol, de façon cependant que la partie alkaline ait le deſſus. *Hoffmann*.

6°. Il y a encore des acidules qui ont une vertu purgative : comme celles d'Égra, qui, quoiqu'elles faſſent effervescence avec les acides, donnent après l'ébullition, une troiſieme eſpece de ſel qui eſt amere. On peut les imiter, en y ajoutant une partie de ſel

(1) C'eſt ce qui ſe pratique pour que la mine de fer, dont on a tiré du vitriol, puiſſe en donner de nouveau. Ce *caput mortuum* qu'on laiſſe long-temps à l'air, eſt du véritable ſafran de Mars qu'il eſt aiſé de réduire en fer par la fuſion.

d'Ebſom ou de Sedlits, ou de Glauber, ou de celui que je tire de la magnéſie & du vitriol. Par la même raiſon, on peut imiter les eaux imprégnées de ſel moyen, & qui ſont très-purgatives, en mettant dans de l'eau ſimple, d'une bonne qualité, du ſel de Glauber, & l'y laiſſant fondre ; ou encore mieux, ſi on tire du ſel du mélange de la magnéſie & de l'huile de vitriol, par l'intermede d'une terre calcaire & de l'acide vitriolique, comme le ſel de ces eaux ſe forme naturellement en mettant de ce ſel dans l'eau, à la même quantité que la nature en a mis dans les eaux naturelles, quantité connue par leur évaporation & le poids. Enfin, ſi quelqu'un eſt curieux d'imiter les eaux de *Carlſbad*, qui ſont laxatives & très-alkalines, il pourra réuſſir, non pas en choiſiſſant l'eau la plus légere, mais en prenant de celle qui eſt chargée de matiere calcaire, & en y ajoutant d'abord une diſſolution de ſel de tartre, enſuite de vitriol, juſqu'à ce que la partie alkaline ſe manifeſte, afin que la terre calcaire, marchant avec l'eſprit de vitriol, & formant un ſel neutre, donne à l'eau une vertu purgative. Hoffmann.

7°. *Mars potable de Willis.* Prenez parties égales de tartre calciné à blancheur, & de limaille de fer très-pur ; pilez-les finement dans un mortier de fer ; verſez deſſus de l'eau de thériaque & de vers de terre ; pilez fortement ce mélange pendant une demi-heure ; formez-en une boule, que vous envelopperez d'un double papier, que vous lierez fortement : ſuſpendez-la dans un lieu chaud & fermé pendant trois ou quatre jours, juſqu'à ce qu'elle ſoit très-dure. Pulvériſez enſuite, criblez ; & pour un ſcrupule de cette matiere, mettez deux livres d'eau : vous aurez l'eau ferrugineuſe acidule de *Willis*, qu'on peut, avec le temps, préparer en auſſi grande quantité qu'on le ſouhaite. Kœnig.

8°. On fait encore le Mars potable de *Willis*, en mettant parties égales de fer & de crême de tartre pulvériſé, & y ajoutant de l'eau, ou un autre liquide, comme du vin, du vinaigre, &c. On en forme des boules, qu'on fait cuire à la fumée. Le grand travail eſt de pulvériſer ces boules, y mêlant quelque liquide pour les former de nouveau, ce qu'il faut recommencer, juſqu'à ce que la matiere ſoit auſſi ſubtile que l'eau. Ce Mars potable eſt ſemblable par le goût, les qualités & la compoſition, à la teinture d'acier tartariſée, dont nous avons parlé. Leurs principes ſont les mêmes. Barchusen.

§. XIII.

Fleurs de fer ou d'acier.

Prenez parties égales de ſafran de Mars, calciné avec le ſoufre, & de ſel ammoniac pulvériſé; mettez ces matieres dans une cucurbite de verre, couverte de ſon chapiteau, les jointures bien lutées, & placée au bain de ſable : donnez par dégré le feu de ſublimation. Lorſqu'une partie du ſafran & du ſel ammoniac ſera élevée ſous la forme de fleurs jaunes, il faut tirer ces fleurs, les broyer & les mêler avec ce qui reſte dans la cucurbite, ce que l'on répétera cinq à ſix fois, & même juſqu'à ce que le ſafran de Mars ſoit entiérement monté ſous la forme de fleurs, avec le ſel ammoniac. Hoffmann.

2°. Prenez parties égales de limaille de fer non rouillée, & de ſel ammoniac ſec ; mettez-les enſemble en poudre très-fine ; ſublimez dans une cucurbite de verre, garnie d'un chapiteau de même matiere, miſe au bain de ſable. Il ſortira d'abord une liqueur enflammée, très-vive, volatile, preſque ſuffocante, après laquelle il montera des fumées blanches, qui ſe condenſeront en fleurs de ſel ammoniac. En augmentant le feu, il s'éleve des fleurs de toutes eſpeces & de différentes couleurs, que leur varieté fait appeller *fleurs de Mars*. Le corps du fer reſte au fond, ſi fort pénétré par le ſel ammoniac, que mis à l'air, il entre preſque en fermentation. Sa ſubſtance eſt donc changée, puiſqu'il s'enfle, qu'il devient ſpongieux, ſe décompoſe, & ſe réſout en liqueur oléeuſe : ſi on expoſe ces fleurs à un air humide, elles ſe réſolvent en huile, & ce qui eſt reſté au fond donne la teinture. Boerhaave.

Prenez des écailles de fer, de celles qui tombent quand on bat le fer à chaud, avec parties égales de ſel ammoniac. Pulvériſez le tout, & mettez-le dans une cucurbite bien lutée ; ſublimez enſuite à feu ouvert, comme c'eſt la coutume ; il viendra d'abord de l'eſprit urineux du ſel ammoniac ; à la fin il montera des fleurs couleur d'orange, qu'il faut ôter ſitôt que l'opération eſt finie, pour les conſerver dans un vaiſſeau de verre. L'air les fait changer de couleur & de figure. On fait de pareilles fleurs avec la pierre hématite broyée en poudre impalpable, comme nous le dirons. Ces dernieres ont une couleur plus brillante que lorſqu'on a employé du fer. Le réſidu de la ſublimation tombe à l'air en liqueur, qui eſt aſtringente ; appliquée en dehors, & apéritive priſe intérieurement. Barchusen.

§. XIV.

Huile de Mars.

Prenez du ſafran de Mars fait par réverbération; verſez deſſus de l'eſprit de vitriol bien concentré : laiſſez digérer ; tirez pluſieurs fois la teinture, en y mettant de nouvel eſprit-de-vin, avec de l'eau de fontaine : faites réduire ces teintures à la conſiſtance du

miel ; faites ensuite sublimer cette matiere dans une cucurbite peu élevée, & vous aurez des fleurs, qui, exposées à l'air, se résoudront en une liqueur couleur d'or qu'on appelle *Huile de Mars*.

2°. D'autres prennent du safran de Mars fait par l'eau-forte, qui dissout toute sorte de fer. Ils y ajoutent deux livres de cailloux calcinés, & distillent dans une retorte bien lutée, donnant un feu doux pendant 12 heures; ensuite en augmentant le feu, ils obtiennent une huile couleur de sang.

3°. Prenez du fer à volonté, que vous ferez dissoudre dans de l'esprit de sel ammoniac ; distillez la solution dans une retorte, vous aurez un esprit chargé de la vertu du fer, de saveur douce : il s'appelle *huile blanche de Mars*.

4°. *Vitriol de Mars par défaillance.* Si vous mettez de la chaux rouge de vitriol de Mars dans un vaisseau ouvert de verre, & que vous l'exposiez à l'air libre, elle attire l'humidité, comme le sel alkali fixe, & se résout en forme d'huile rouge. C'est une production des huiles métalliques. De-là il paroît que l'Art peut tirer de tous les métaux, du beurre ou de l'huile par défaillance. Plus vous laisserez liquéfier de fois le fer, & le sécherez, plus vous dégagerez ses parties, de façon qu'à la fin il deviendra volatil. BOERHAAVE.

§. XV.

Du Sel de Mars, ou du Vitriol préparé avec le fer.

Il n'est pas question ici du vitriol de Mars proprement dit, mais du sel de Mars. Nous parlerons du vitriol dans un autre endroit.

1°. Si d'un morceau de fer, chauffé au blanc, & jettant des étincelles, on approche un bâton de soufre jaune, dans l'instant l'acide du soufre ronge le fer, ce qui le fait fondre. On reçoit les gouttes dans un vase où il y a de l'eau, & cette eau prend sur le champ le goût du vitriol. Ayant fait évaporer cette eau, lorsqu'il paroît dessus une espece de croûte, & qu'ensuite on la place dans un endroit frais, il se forme du vitriol. BARCHUSEN.

2°. La méthode la plus ordinaire est de verser de l'esprit de sel ou de l'huile de vitriol sur des écailles de fer. Lorsque la fermentation est passée, on ajoute de l'eau, & on les fait cuire dans un pot de fer, ensuite on filtre & on évapore suivant l'Art. On fait de même un concret salin avec le fer, en versant dessus ou de l'esprit de sel, ou de l'esprit de nitre, ou du vinaigre distillé, ou quelque autre acide. Les vitriols cependant sont différents, suivant les différentes especes des acides; car chaque acide a un arrangement, une configuration qui lui est propre, & qu'il communique au fer, ainsi qu'il est aisé d'en juger à la couleur & au goût.

Si vous présentez un morceau de papier allumé à des écailles de fer, fermentantes avec l'acide vitriolique, vous verrez à la superficie une flamme accompagnée d'un certain bruit, & qui s'éteindra à l'instant. BARCHUSEN.

3°. On en obtient de la précipitation du vitriol qui est fort chargé de fer. On plonge des morceaux de fer rouge dans ce vitriol, dissous dans l'eau, jusqu'à ce qu'on ait fait partir une saveur amere qui vient des particules du cuivre, & que la dissolution soit d'une saveur douce. Le vitriol d'Angleterre, ou tout autre qui sera doux & verd, convient mieux à cette opération que celui de Goslard, de Hongrie ou du Tirol, qui est chargé de cuivre. Cependant si l'on fait cuire quelque vitriol que ce soit dans un pot de terre avec des écailles de fer, & une quantité d'eau suffisante, les particules de cuivre se précipitent, & s'attachent au fer. Si, à la premiere cuisson, il reste du cuivre, il faut en répéter une seconde, avec de nouvelles écailles de fer, jusqu'à ce que vous ayez lieu d'être content. BARCHUSEN.

4°. Avec des lames minces de fer, on fait aisément le vitriol de Mars, en versant dessus, comme on l'a dit, de l'esprit de vitriol ou de soufre qui corrode les particules salines du fer, sur-tout lorsqu'il est en crystaux: mais il faut préférer au soufre l'esprit de vitriol, ou celui qui a beaucoup de parties métalliques. Cet esprit de vitriol, joint à la limaille, mis dans un vase de verre, & arrosé d'eau, s'échauffe au bout de six heures, & forme une masse brune tirant sur le noir, qui, tirée du vase, & allumée avec un charbon, donne du vitriol blanc d'un goût très-agréable.

Willis dit que le sel ammoniac, tombé en défaillance, dissout de même le fer, & le dispose à la crystallisation, & que le vitriol a une saveur douce, avec une espece d'aspérité stiptique. KŒNIG.

5°. Dans de l'eau pure, qui soit chauffée, mettez la quatrieme partie d'huile de vitriol, en y ajoutant de la limaille de fer : elle s'échauffera dans l'instant avec une grande effervescence & une odeur de soufre, pareille à celle que l'on sent dans les minieres. Le vase cassera si on n'a pas eu soin de le boucher. Alors la liqueur n'est plus acide, mais d'un goût vitriolique doux. L'acrimonie a été entiérement séparée par l'huile de vitriol. C'est ce qu'on appelle *la calcination des métaux par la voie humide ;* opération qui les rend capables de se mêler à l'eau, & par conséquent potables. Lorsqu'à ce mélange on ajoute un peu de limaille de fer non

rouillée, il y aura dans l'instant une violente effervescence, avec une odeur d'ail ou d'œufs pourris. La liqueur deviendra sur le champ toute laiteuse. Il faudra continuer en jettant toujours de la limaille, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'effervescence notable. Cette liqueur est douce, sans acidité: elle est la base de toutes les couleurs noires. Si on la filtre, elle devient verdâtre. Réduite à pellicule par un feu doux, elle donnera des crystaux verds d'une saveur douce. On donne différents noms à ces crystaux. Ils sont entiérement solubles dans l'eau, & fondent aisément au feu. Ce vitriol dissous dans une grande quantité d'eau, ressemble si fort aux eaux de Spa, qu'on ne peut les distinguer. Pour cela, dans trois livres d'eau pure, il faut mettre trois grains de sel, & une goutte d'huile de vitriol. *Boerhaave.*

6°. Si on met de l'eau sur du safran de Mars, fait avec parties égales de limaille de fer & de fleurs de soufre, qu'on tire la dissolution, & qu'on la fasse épaissir suivant l'Art, on obtiendra du vitriol de Mars.

7°. Si on met parties égales d'esprit-de-vin & d'huile de vitriol dans un pot ou vase de fer; qu'après l'avoir exposé quelque temps au soleil, on le mette à l'ombre, on verra comment la liqueur s'unit au fer du vase, & forme un sel. Séchez, tirez ce sel du pot, & conservez-le dans une bouteille bien bouchée. Il est à propos de se servir d'un pot neuf de fer. De deux onces d'esprit-de-vin, & deux onces d'huile de vitriol, on obtient cinq onces de vitriol de Mars. Si on employoit le vitriol de Mars seul, comme il pénetre aisément le fer, & qu'en peu de temps il le brûle, on n'obtiendroit qu'un sel ou vitriol impur. On peut mettre de la liqueur d'un doigt de hauteur, & la laisser pendant deux jours. On prépare ce sel plus aisément l'été que l'hiver, il faut quelquefois 15 jours dans cette derniere saison. Si on met à la cave ce sel ou ce vitriol, il tombe en une liqueur qu'on appelle *huile de Mars*. *Lémery.*

8°. Mettez 8 onces de menus morceaux de fer dans un grand matras; versez dessus deux livres d'eau commune, & une livre d'esprit de vitriol; remuez le mélange: mettez en digestion au bain de sable pendant 24 heures. La partie la plus pure du fer sera dissoute. Décantez la liqueur, & jettez la matiere terrestre qui est au fond. Filtrez la liqueur, mettez-la dans une cucurbite au bain de sable, & réduisez à pellicule. Placez ensuite ce vase dans un lieu frais, il se formera des crystaux verds, qu'on peut tirer en versant la liqueur doucement & avec précaution. Faites une seconde fois évaporer cette liqueur jusqu'à pellicule, & mettez ensuite à crystalliser dans un lieu frais; ce qu'il faut réitérer jusqu'à ce qu'on ait tiré tous les crystaux, qu'il faut sécher & conserver pour l'usage dans une bouteille bouchée. Pendant que se fait la dissolution, la liqueur s'échauffe beaucoup, & se purifie. *Lémery.*

9°. Mettez en digestion de la limaille de fer avec dix fois autant de vinaigre distillé, jusqu'à ce qu'elle soit dissoute en entier, ou pour la plus grande partie: la solution a un goût sucré, sinon il faut ajouter une nouvelle portion de limaille. Distillez la solution au bain-marie jusqu'à ce qu'il n'en reste que le tiers ou le quart, que vous mettrez tout chaud dans un vase bien bouché. Laissez-la refroidir, & mettez-la à la cave: au bout de quelques jours, elle vous donnera des crystaux, qu'on appelle *sel de Mars*. En versant la liqueur, on tire les crystaux avec un fil de fer; on les met sécher sur du papier, & on les enferme. *Stahl.*

10°. Mettez dans une cucurbite de verre de la limaille d'aiguilles très-pure; versez dessus, à plusieurs reprises, de l'esprit acide de vitriol non déphlegmé, jusqu'à ce que la limaille en soit bien pénétrée: remuez avec une baguette de fer, prenant garde que le vase de verre ne casse. Versez sur le champ de l'eau de pluie distillée, ou non, mais recueillie dans le temps des équinoxes. L'eau doit préalablement être chaude & presque bouillante. Mettez la cucurbite au bain de sable; tenez le tout en digestion pendant 12 heures; après cela, filtrez la liqueur très-chaude, & faites évaporer à moitié, puis laissez crystalliser dans un lieu frais. A la longue, vous verrez au fond les crystaux, ainsi qu'aux parois du vase. Ils sont beaux, de couleur verte: on les fait sécher en les plaçant dans un papier roulé. Si on en veut une plus grande quantité, il n'y a qu'à continuer l'opération, en versant de l'esprit de vitriol sur la limaille qui reste, y mettre de l'eau chaude, filtrer, évaporer & crystalliser jusqu'à ce que toute la substance métallique soit changée en vitriol. Quand le fer est pur, il reste peu de terre; mais la quantité de vitriol est beaucoup plus considérable que celle de la limaille. Quelquefois cela va au triple, ce qui vient de l'esprit de vitriol qui s'incorpore avec le fer. Il faut aussi observer que la meilleure espece se fait avec le vitriol commun: elle est même plus efficace en Médecine, & agit plus promptement. Ceux qui veulent faire le meilleur safran de Mars, & le plus utile, doivent calciner quatre onces de ce vitriol, à feu ouvert, dans une boëte de fer, & continuer la calcination jusqu'à ce qu'on ait une très-belle poudre subtile, rouge, & sans saveur. *Le Febvre.*

11°. Prenez une demi-livre de limaille de fer ou d'acier, fine & pure; mettez-la dans un vase de terre; arrosez-la de vinaigre distillé, jusqu'à ce qu'elle soit réduite en pâte, qu'il

qu'il faut faire sécher au bain-marie. Lorsqu'elle sera seche, il faut la porphyriser, ensuite l'humecter avec du vinaigre, sécher, pulvériser, & humecter jusqu'à ce qu'au goût on puisse être assuré qu'on a un sel doux : mettez ensuite la poudre dans une cucurbite; versez dessus du phlegme de vinaigre de la hauteur de six doigts. Mettez la cucurbite au bain de sable ; chauffez jusqu'à ébullition pour mieux extraire la partie du fer. Il faut observer que l'on doit mettre de nouveau phlegme de vinaigre en place de celui qui s'évapore, jusqu'à ce que le menstrue soit assez chargé. La liqueur refroidie, il faut la filtrer, & la remettre ensuite au bain-marie pour la réduire au tiers ou au quart : mettez ensuite la cucurbite dans un lieu frais pour que le sel se crystallise. Faites encore évaporer la liqueur qui surnâge les crystaux, & continuez ainsi à évaporer & crystalliser pour en obtenir une plus grande quantité. Faites sécher ces crystaux, & lorsqu'ils seront secs, versez dessus de l'alkool de vin, à la hauteur de trois doigts. Lutez bien le vase, & laissez en digestion pendant sept jours. Ouvrez ensuite le vase, mettez-y le chapiteau, & sublimez l'esprit-de-vin au même dégré de chaleur. Vous trouverez au fond du vase le sel de Mars, excellent pour les obstructions. *Le Febvre.*

12°. Il faut d'abord préparer de la meilleure eau-forte, avec parties egales de vitriol & de salpêtre. Dans une livre de cette eau-forte ; faites dissoudre quatre onces de salpêtre, pur & sec ; ensuite mettez une cucurbite sur des cendres chaudes, & dans la cucurbite, six onces d'acier. Les morceaux d'acier peuvent avoir deux doigts de longueur & un d'épaisseur. Versez dessus l'eau-forte, & laissez-la travailler. Il faut que la cucurbite soit grande, parce qu'il vaut mieux dissoudre de la limaille d'acier, que des morceaux plus gros. Dans ce cas, le vase s'échauffe promptement ; il se fait une grande ébullition ; au lieu que quand les morceaux d'acier sont plus gros, ils ne sont pas si aisément pénétrés, & l'eau-forte agit plus lentement. Néanmoins la dissolution prend un certain dégré de chaleur. Lorsqu'elle est faite, il faut verser dessus deux livres de vinaigre distillé, chaud, mais par reprises, & en petite quantité à chaque fois. Il faut aussi un peu remuer la matiere du fond. Laissez digérer au bain-marie pendant trois jours, ce qui fait beaucoup rougir la solution. Ensuite filtrer, réduire au tiers par la chaleur du bain & la distillation, & mettre la cucurbite dans un lieu frais. Il se formera des crystaux rouges, qui ont encore quelques impuretés, dont il faut les priver. Faites évaporer la liqueur qui reste, afin d'avoir tout ce qui peut se crystalliser. Mettez tous les crystaux ensemble; versez dessus une quan- convenable de vinaigre distillé : filtrez la solution, & la réduisez à moitié au bain-marie; mettez à crystalliser : continuez cette opération, dissolvant, filtrant, distillant & crystallisant jusqu'à ce que vous ayez de beaux crystaux rouges & transparents, & qu'il ne reste plus rien dans le vase où se fait la crystallisation. Faites sécher les crystaux dans du papier roulé, à une chaleur douce ; mettez-les dans une bouteille, & conservez-les pour l'usage. Ce sel apéritif est excellent : on l'appelle *vitriol de Mars*, ou *crystaux de Mars*. *Le Febvre.*

13°. Faites dissoudre du tartre dans de l'eau qui a servi aux Ouvriers à éteindre l'acier : mettez-y des morceaux de fer. L'acide du tartre les attaquera. Filtrez, évaporez, mettez à crystalliser dans un lieu frais. C'est un excellent apéritif : on le compte parmi les meilleurs secrets.

Brandt rapporte que si on a fait dissoudre de la limaille d'acier dans l'eau-forte, qu'ensuite on ait fait évaporer à siccité la solution, & chassé le phlegme, en mettant le résidu dans une cucurbite, d'abord à un feu lent, & ensuite plus fort, il monte un esprit brûlant, & aussi fort que l'huile de vitriol.

Remarques.

Je passe sous silence cette quantité immense de préparations Chymiques, qui se font avec du vitriol de Mars, & dont je parlerai en traitant des vitriols, comme les divers esprits tirés du vitriol ; le doux, le tartarisé, le sulphuré, le coagulé, l'apéritif de *Penot ;* le tartre vitriolé; son esprit volatil, philosophique, anti-épileptique de *Paracelse*, & de *Quercetan*, anodyn & narcotique de *Pinerius* & de *Mynsicht;* le soufre de vitriol anodyn, fixe & volatil ; la teinture & l'essence de ce soufre, son baume soporifique; les fleurs de ce soufre rouge par le vitriol; la terre métallique ou ochre du vitriol ; la terre douce du vitriol; le sel de vitriol ; l'eau stiptique ; la pierre médicinale & admirable ; la pierre philosophique de *Hellmont* ; l'*arcanum duplicatum ;* les huiles du vitriol de Mars, ses teintures ; les safrans ; l'ame de *Mynsicht* ; la panacée du vitriol ; la poudre de sympathie, & plusieurs autres, pour lesquels vous pouvez recourir à mon Traité du Vitriol.

§. XVI.

De l'Hématite.

Sublimation de l'Hematite en fleurs.

Quelques-uns pensent qu'on peut sublimer le fer en fleurs très-subtiles, qu'ils appellent *neige de fer* : d'autres prétendent

qu'on ne peut avoir ces fleurs, ou neige de fer, que lorsqu'il est mêlé avec de l'antimoine.

1°. Prenez une partie d'hématite subtilement pulvérisée, deux parties de sel ammoniac aussi pulvérisé : mêlez-les bien ensemble, & faites sublimer dans un alambic, par un fort feu de sable : mettez à part l'esprit de sel ammoniac qui sortira le premier ; délayez dans de l'eau ce qui montera ensuite : filtrez au papier brouillard ; faites précipiter par l'infusion de l'huile de tartre par défaillance, jusqu'à ce que l'eau devienne blanche & claire ; édulcorez le précipité, & vous aurez les fleurs de la pierre hématite.

2°. Prenez une partie d'hématite, une demi-partie de sel ammoniac ; réduisez en poudre impalpable ; filtrez, & mêlez-les dans un mortier pendant un quart d'heure. Mettez ce mélange dans une cucurbite ; lutez les jointures : augmentez le feu par dégrés jusqu'à ce que la sublimation se fasse. Au feu doux, monte l'esprit de sel ammoniac ; ensuite, le feu étant augmenté, les fleurs d'hématite montent & s'attachent aux parois de l'alembic, & sont de couleur d'orange : quand tout est refroidi, on ôte le chapiteau, on tire les fleurs, & on les conserve en les garantissant de l'air. On trouve au fond le *caput mortuum* de l'hématite, brillant de lames très-belles. A l'aide d'un violent dégré de feu, on pourroit en tirer du fer. *Collect. de Leyde.*

Dans la sublimation, il vient d'abord un peu d'esprit volatil urineux ; à la fin, les fleurs jaunes montent ; il faut les conserver, après l'opération, dans une bouteille bouchée. Elles attirent aisément l'humidité, & pâlissent : dans ce cas, il faut les mettre dans un vase, & les sécher doucement sur le feu ; elles reprendront leur couleur vive. Barchusen.

Liqueur stiptique d'Hématite.

Exposez à l'air le résidu de la sublimation jusqu'à ce qu'il soit réduit en liqueur ; ou bien ajoutez-y assez d'eau pour qu'il soit en liqueur épaisse, qu'il n'y a plus qu'à filtrer, pour la conserver. Barchusen.

Teinture d'Hématite.

La meilleure hématite, pour les usages de la Chymie, est celle qui se casse aisément, qui est friable, d'une dureté égale, sans taches, qui a des veines, & qui est de couleur de sang caillé. Lavez dans plusieurs eaux le *caput mortuum*, resté au fond de la cucurbite après la sublimation des fleurs d'hématite, jusqu'à ce qu'il ne donne plus de teinture : filtrez chaudement ces dissolutions ; faites-les coaguler à un feu violent ; tirez ensuite la couleur en y ajoutant de l'esprit-de-vin, (il vaudroit mieux employer l'esprit de coings ou de prunes sauvages,) & cela autant de fois que vous colorerez la teinture, qu'il faut filtrer à travers le papier. A la longue, il se précipite une poudre très-subtile, qu'il faut sécher après avoir versé la teinture. Lorsqu'elle est séchée, il faut y verser de l'eau, qui se chargera du sel ammoniac, dont elle est encore imprégnée. Enfin, il faut sécher cette poudre, & la conserver seule pour l'usage de la Médecine, ou la mêler aux fleurs de l'hématite. On doit faire évaporer l'eau pour que le sel ammoniac puisse se coaguler. Quand on l'a purifié, c'est un diaphorétique pour les fievres, parce qu'il est composé de sel ammoniac & d'hématite, ce qui fait qu'on l'appelle *sel ammoniac diaphorétique d'hématite*. On pourroit encore calciner & laver le dernier résidu ou *caput mortuum* de l'hématite, ou de la substance qui a fourni les fleurs & la teinture. *Crollius*, des scories de l'hématite ou du schist, dont on a tiré le fer, comme des scories bleues, tire d'abord une teinture, ensuite de l'essence de safran de Mars. Personne ne doute même qu'on ne puisse obtenir de la teinture. *Bausch.*

2°. Sur le résidu de la distillation, mettez de l'esprit-de-vin de la hauteur de deux doigts : laissez digérer pendant plusieurs jours ; filtrez la teinture, & conservez-la dans une bouteille bien bouchée. Dans l'espace de l'alembic, qui est entre le *caput mortuum* & les fleurs, il s'attache de petites fleurs noirâtres d'un goût très-austere, qui, mises dans l'esprit-de-vin, augmentent la force astringente de la teinture. Barchusen.

3°. Prenez deux parties de la pierre hématite broyée, trois de sel ammoniac, mêlez exactement dans un creuset que vous tiendrez à un feu doux pendant une heure ou deux, jusqu'à ce que les vapeurs paroissent cesser. Augmentez le feu, & soutenez-le pendant un jour, au point que le creuset soit rouge. Pulvérisez le résidu, & mettez-en une drachme dans trois d'esprit-de-vin rectifié : laissez digérer pendant 24 heures : tirez-le clair que vous conserverez pour l'usage. Hoffmann.

4°. Prenez du *caput mortuum* après la sublimation des fleurs d'hématite, avec le sel ammoniac ; mettez-le trois semaines à la cave, où il tombera en défaillance. Cette liqueur est de couleur d'or, ou jaune, & très-astringente. Si on la fait évaporer à siccité, on obtient un menstrue, à l'aide duquel on dissout les métaux, en le préparant de la maniere suivante. Prenez douze onces de ce sel, & six onces d'esprit-de-vin rectifié, que vous mêlerez & laisserez digérer pendant quelques jours. Mêlez avec une quantité suffisante de terre ordinaire ou d'argile, le sel qui restera. Distillez dans une retorte de

verre au point que la retorte soit rouge, vous aurez un esprit acide qu'il faut conserver dans une bouteille de verre. On l'emploie pour tirer les parties les plus subtiles, ou les soufres, des métaux, comme l'or, l'antimoine. *Collect. de Leyde.*

5°. Versez sur des fleurs d'hématite grossiérement broyées, de l'esprit-de-vin rectifié de la hauteur de deux doigts. Laissez digérer six ou sept jours. Le plus long-temps est le mieux. Vous aurez une teinture de couleur d'or, qu'on appelle *essence apéritive*. Si la teinture & les fleurs ne sont pas belles, on peut sublimer ces fleurs avec de nouvelle hématite, au lieu de sel ammoniac. On obtient du *caput mortuum* une pareille teinture. *Collect. de Leyde.*

Magistere d'hématite.

CALCINEZ 6℥ d'hématite en poudre avec 8℥ de soufre très-pur jusqu'à ce que le soufre soit consumé: pulvérisez la matiere, versez dessus du fort vinaigre distillé, animé d'esprit de vitriol: après avoir laissé digérer pendant quelques jours, dans un lieu chaud, ou sur du sable chaud, la liqueur qui a été tirée, faites précipiter par le moyen de l'huile de tartre en défaillance; édulcorez plusieurs fois le précipité avec de l'eau chaude; séchez & gardez pour l'usage le résidu qui est de couleur rouge. *BAUSCH.*

Esprit d'hématite & de fer.

L'HÉMATITE donne, par la retorte, un esprit semblable au vitriol, par l'odeur & le goût. *BAUSCH.*

2°. Distillez ensemble de l'hématite & du sel ammoniac, subtilement pulvérisés, & mélangez avec soin, il monte d'abord l'esprit de sel ammoniac, ardent, urineux. Si on augmente le feu, le sel ammoniac se sublime, & entraîne des fleurs d'hématite, colorées comme des écorces d'oranges. Réduisez en poudre fine ces fleurs; versez dessus de l'esprit-de-vin rectifié, pour tirer la couleur; ce que vous répéterez, tant que l'esprit-de-vin sera coloré. Distillez ces différents esprits au bain de sable, il restera au fond de la cucurbite un sel magnifique en couleur, qui aura l'odeur du safran, & qu'il faut conserver. Mettez en poudre le *caput mortuum*; versez dessus du meilleur esprit-de-vin (on pourroit se servir de celui qui a été distillé des crystaux) pour tirer la couleur; répétez tant qu'il y aura de la couleur: distillez au bain; il restera au fond un sel comme la premiere fois. Ce sel distillé à un feu doux dans une retorte de verre, lutée au fourneau à vent, donnera l'esprit de sel ammoniac acide corrosif: en augmentant le feu, on obtient des fleurs. Après la distillation, mêlez l'esprit corrosif avec les fleurs qui sont restées dans le col de la retorte; distillez lentement dans une retorte de verre; l'esprit sortira, & les fleurs resteront au fond: mêlez ces fleurs aux premieres, & mettez-les à la cave pour qu'elles tombent en défaillance. *BAUSCH.*

3°. On peut du vitriol de Mars, tirer un esprit acide, en le distillant dans une retorte, au feu de réverbere, comme on fait pour le vitriol. Cet esprit a la même force, que celui du vitriol ordinaire. Le *caput mortuum* est un composé de fer, qui peut être dégagé de l'esprit de vitriol: c'est l'esprit acide de Mars. *LÉMERY.*

4°. Au vitriol de Mars, fait avec la mine du fer, mêlez partie égale de sel ammoniac; versez dessus de l'esprit-de-vin commun, de la hauteur de quelques doigts; laissez en digestion pendant huit jours; décantez la dissolution; remettez de l'esprit-de-vin, & réitérez jusqu'à ce que toute la couleur & la saveur soient extraites; mettez ces dissolutions dans une retorte; faites partir l'esprit-de-vin, par le moyen du feu; ayant augmenté la chaleur, vous aurez l'esprit de Mars acide, avec des nuages blancs, d'une odeur très-agréable de soufre. *KŒNIG, ex HOFFMANN.*

Huile d'hématite.

PULVÉRISEZ subtilement l'hématite, & calcinez, avec parties égales de verre ou de soufre; lavez plusieurs fois dans l'eau de pluie, & séchez; versez de l'esprit-de-vin, & laissez en macération: distillez une seconde fois; calcinez ce qui reste au fond, lavez, distillez jusqu'à ce que le résidu fonde dans l'esprit-de-vin, comme de la neige: enfin, par la cuisson, on obtient un sel, qui, mis dans un lieu humide, tombe en défaillance. *BAUSCH.*

Réduction de l'hématite en quintessence & en sel.

METTEZ en poudre impalpable de l'hématite, avec le double de soufre; cémentez pendant six heures; calcinez & remuez la matiere sous la moufle, pendant deux heures, dans un fourneau d'essai; jettez la matiere enflammée dans le plus fort vinaigre distillé; édulcorez la poudre dans de l'eau commune; séchez; faites-en ensuite des boules avec de l'eau-rose, sur lesquelles vous verserez de l'esprit-de-genievre; digérez un peu de temps, jusqu'à ce que toute l'essence soit extraite; filtrez par le papier; tirez l'esprit au bain-marie, afin que l'essence demeure au fond; édulcorez le résidu; jettez dessus de l'eau corrosive de miel; ôtez l'eau; par une seconde distillation, édulcorez le sel avec l'esprit-de-vin. *BAUSCH.*

Ame de l'hématite.

SUBLIMEZ une partie d'hématite, & deux

de sel ammoniac; vous aurez un beau sublimé rouge. Edulcorez; vous trouverez au fond du vase, ce qu'on appelle *l'ame de Mars*, ou ce qu'il y a de plus subtil dans le Mars: faites l'extraction du sel d'or : fixez cette ame de Mars pendant six semaines; le résidu se changera en argent : ce sel qui aura été tiré, est aussi brillant que les rubis. *Bausch ex Wittignio.*

Hématite brûlée.

Préparez l'hématite en la chauffant, & l'éteignant dans du fiel de bœuf, c'est ce qu'on appelle *l'hématite brûlée.* Bausch.

Pillules d'hématite.

Pulvérisez finement l'hématite, faites-la cuire dans de l'eau commune & de plantin : distillez pendant 7 ou 8 heures, afin qu'elle devienne comme une terre grasse. L'eau évaporée, on peut en faire des pillules, & les marquer. Galénus les prépare, en frottant l'hématite sur une pierre à aiguiser, & ramassant le suc.

§. XVII.

Recueil de différentes observations touchant le fer.

De la pesanteur spécifique du fer, & de l'augmentation de son poids.

L'eau de pluie est au fer forgé, comme 1000 est à 7217. D'autres, fondés sur l'expérience, ont trouvé que le rapport étoit de 1000 à 7645, ou de 1000 à 7914. D'autres, de 1000 à 8000, ou à 8166. Ces différences viennent du différent poids & de l'eau & du fer qui ont servi aux expériences, & qui n'ont pas tous la même pesanteur.

Le poids de quatre drachmes de menus morceaux de fer, tenus dans un creuset sous la moufle, pendant deux heures, a augmenté d'une drachme six grains un quart, suivant Boyle.

La grande affinité du fer avec le vitriol, est cause que nous parlerons ici de la pesanteur spécifique des vitriols, de leurs huiles, de leurs esprits. Le vitriol de Dantzic est à l'eau, comme 1815 est à 1000 : celui d'Angleterre, comme 188 est à 100.

L'huile de vitriol est à l'eau de pluie, comme 1877 $\frac{1}{8}$ est à 1000. D'autres disent, comme 1700 est à 1000. Comme on a fait ces expériences en différentes saisons, on a découvert qu'en été le poids est de 7 gros 59 grains, & en hiver de 7 gros 71 grains : l'esprit de vitriol est en été 5 gros 33 grains, & l'hiver 5 gros 38 grains.

Pour ce qui est des autres esprits acides, on a remarqué que celui de nitre, est l'été de 6 gros 24 grains, & l'hiver 6 gros 44 grains; l'esprit de sel, l'été 5 gros 49 grains, l'hiver 5 gros 55 grains; l'eau-forte, l'été 6 gros 23 grains, l'hiver 6 gros 35 grains; l'esprit de soufre, l'été 5 gros 34 grains, l'hiver 5 gros 39 grains; le vinaigre, l'été 5 gros 15 grains, l'hiver 5 gros 21 grains; le vinaigre distillé, l'été 5 gros 11 grains, l'hiver 5 gros 15 grains : toutes épreuves faites, sur un pouce cubique de France. Quant à la proportion de ces liqueurs spiritueuses avec l'eau; l'eau-forte est à l'eau : comme 1300 est à 1000, l'esprit de nitre, comme 1315. est à 1000 : & l'huile de vitriol, comme 1700 est à 1000.

Il est constant, que certains corps tirent du contact de l'air, de nouvelles particules dont ils se chargent. Cela est prouvé par la chaux vive, le *caput mortuum* du sel, du nitre, de l'alun, du vitriol, & par l'épreuve qu'une terre, dont on a tiré du vitriol, s'en recharge de nouveau, si elle est mise à l'ombre & en tas pendant sept ans. Il y a eu une belle expérience de faite sur l'huile de vitriol. L'Auteur a pris trois drachmes d'huile déphlegmée, au point qu'elle dissolvoit un fil de fer assez gros; il les a mis dans un vaisseau de verre découvert, de trois pouces de diametre, & a placé, avec soin, ce vase sur une balance, dans un endroit à l'abri du soleil & de toute autre chaleur : ensuite il a remarqué plusieurs fois, & tenu un état du poids, en marquant les orages & changements de vent. Il a reconnu que le poids augmentoit tous les jours, au point qu'en 17 jours, les trois drachmes d'huile de vitriol pesoient 9 drachmes & 30 grains : cet accroissement de poids n'a pas été égal chaque jour; il alloit au contraire en diminuant. Celui du premier jour a été d'un grain, pendant que celui du dernier, à peine a été d'un demi-grain. Plus la liqueur a été saturée, moins l'augmentation de poids a été sensible, sans cependant suivre de proportion certaine, puisqu'il a observé qu'elle avoit été plus grande par les orages, pendant l'humidité & la neige, que durant les gelées & un temps sec, pendant la nuit que pendant le jour. La couleur de cette liqueur, avant que d'être saturée, étoit rouge : elle est devenue ensuite plus claire. Cette matiere mise à la distillation, a d'abord donné une liqueur aussi insipide que l'eau claire. En poussant le feu, il est venu des gouttes acides : l'huile demeurée dans la retorte, étoit aussi corrosive qu'auparavant. On a encore observé, qu'à quantités égales, plus la liqueur a présenté de surface à l'air, plus l'accroissement a été prompt. C'est ainsi que trois grains de cette huile, mis de la largeur de trois quarts de pouce, sur un morceau de verre, ont, dans les six premieres heures, attiré trois autres grains; & en moins de 48

de 48 heures, la liqueur, qui n'étoit pas encore pleinement saturée, avoit acquis le triple de son premier poids. On dit qu'il arrive la même chose à l'huile de soufre, tirée par la cloche; à l'huile de tartre, par défaillance; à la liqueur du nitre fixe, &c. Voyez *Wilh. Gould, dans les Transact. Philos.* & *Act. de Leipsic, année* 1685.

Le vitriol de Venus exposé à l'air pendant quelques semaines, va d'une once à une once quatre grains & demi, & de six onces calcinées au rouge, exposées à l'air pendant six mois, à six onces cent grains, à ce que dit *Boyle*. Voici ses paroles : Il a mis huit onces de vitriol, calciné à blancheur, dans un vase de métal plat, mais peu large; & sur un autre vase de métal, plus large, il a exposé à l'air deux onces de colchotar, & cela dans le mois de Juin. Les huit onces ont augmenté d'une drachme & dix-sept grains, les deux onces d'autant moins un grain. Au mois d'Août, ces deux onces étoient augmentées de quarante-deux grains, de façon qu'en moins de six mois, elles l'étoient de cent, par conséquent de plus de la dixieme partie du poids principal. *Boyle.*

Il a pris du colchotar du vitriol de Venus, bien édulcoré, qu'il a laissé dans son Laboratoire pendant les mois de Janvier & de Février. Il en a pesé une once juste, qu'il a exposée à l'air; après quelques semaines, il a trouvé que le poids étoit augmenté de quatre grains un quart, sans compter un peu de poussiere qui étoit attachée au verre. Sur deux portions de chaux de vitriol de Dantzic, bien édulcorée, après en avoir retiré l'huile par une longue distillation, on a versé de l'eau qui devoit se charger des particules vitrioliques restées dans la chaux. Quand l'eau, d'une de ces portions, a été assez imprégnée, on l'a filtrée; & après avoir enlevé la partie humide, elle a donné plusieurs drachmes d'un certain sel vitriolique, qui différoit peu du vitriol calciné. Quant à l'eau qu'on avoit versée sur l'autre portion de vitriol calciné, elle fut exposée à l'air, dans un ample vase, pendant quatre ou six semaines. Après ce temps, comme il y en avoit beaucoup d'évaporée, elle a donné plusieurs drachmes de sel qui, ni alors, ni depuis, n'avoit point la figure du vitriol ordinaire, ni du sel précédent : mais qui donnoit des crystaux presque semblables au nitre, ou à quelqu'autre sel sans couleur. *Boylé.*

Le poids d'une marcassite, partie brillante, partie obscure, chargée de deux onces de vitriol, & exposée à l'air, dans une chambre, pendant 7 semaines, a augmenté de 12 grains. *Boyle.*

Voici ce que dit *Hoffmann* : Si vous exposez long-temps à l'air de l'huile de vitriol, que vous aurez pesée exactement, & qu'ensuite vous la repésiez, vous en trouverez le poids augmenté du double ou du triple. Comme elle attire les parties humides de l'air, elle peut servir à faire connoître l'humidité de l'atmosphere : mais quand cette huile a tiré de l'air une quantité d'eau suffisante, elle ne s'échauffe plus quand on y ajoute de l'eau. La même chose arrive à la chaux-vive, qu'on a laissée trop long-temps exposée à l'air. C'est un phénomene singulier, que l'huile de vitriol, qui a été tirée par la force de la calcination, rectifiée ensuite dans une retorte de verre, au bain de sable, qui est transparente, claire & limpide comme de l'eau, prenne cependant aisément une couleur assez rouge, soit au contact de l'air, soit par l'addition de quelqu'autre substance, qui contienne un peu du principe inflammable.

Dès dissolutions du fer dans les acides, &c.

Voici les observations du Docteur *Brandt*, faites dans le Laboratoire du Collége Royal de Stockholm. Il a fait dissoudre une once de menus morceaux de fer dans vingt onces d'esprit de vinaigre : la solution étoit de couleur rouge. En y ajoutant de l'alkali fixe, il n'y avoit aucune effervescence, ce qui dénotoit que le fer étoit intimement mêlé à l'acide. La couleur de la solution ne se changeoit pas, & il ne se précipitoit rien : mais un alkali volatil, comme l'esprit de sel ammoniac, troubloit la solution, & il se faisoit un précipité.

Ayant fait dissoudre une once de morceaux de fer, dans deux onces & demie d'eau-forte, la solution s'échauffoit & passoit à la couleur verte obscure. Après la filtration, & y avoir versé de l'huile de tartre par défaillance, il se précipitoit une chaux d'un brun obscur : la solution du fer, dissous dans l'eau régale, étoit rouge-brune. L'huile de tartre n'occasionnoit aucune effervescence, même en agitant le vase : cependant, la couleur passoit au blanc obscur, & il se précipitoit une chaux de la même couleur. Outre ces menstrues, le fer se dissolvoit encore dans l'huile de vitriol, dans l'esprit de vitriol dans l'esprit de soufre, tiré par la cloche, dans l'esprit de sel, celui d'alun, & autres acides.

Du fer calciné, mis dans vingt parties de vinaigre, donnoit une teinture jaune-brune. L'huile de tartre n'y occasionnoit aucune effervescence, ni ne troubloit la solution. Il ne se faisoit pas non plus de précipitation, mais l'esprit de sel ammoniac faisoit un précipité.

Il n'a pû dissoudre du fer calciné dans l'eau-forte; ce menstrue n'avoit aucune action sur lui, & la couleur n'en étoit pas

changée : l'addition de l'huile de tartre, a occasionné une assez grande effervescence, mais sans précipité.

L'esprit de sel de Glauber, qui cependant est acide, n'a pû dissoudre le fer calciné, quoiqu'il dissolve & ronge bien celui qui n'est pas calciné.

L'eau régale a dissous la quatrieme partie d'une once de fer calciné; la solution étoit rouge : mais après quelques heures, elle est devenue d'un rouge pâle, & assez semblable à une huile légere. L'huile de tartre a fait effervescence; la solution a pris une couleur brillante de rubis, mais sans précipitation. L'esprit de sel ammoniac a troublé la solution : il y a eu une espece d'effervescence avec chaleur, & il s'est précipité une chaux d'un brun obscur. *Brandt*.

D'autres ont observé que l'esprit de sel dissout le fer & l'acier : mais s'il est réduit en safran, quoique finement pulvérisé, il ne l'attaque plus, & la teinture est jaune, presque rouge, pendant qu'avec les autres la solution est verte. Ce safran résiste aussi aux attaques de l'huile de vitriol, qui dissout le fer, avec écume & effervescence. Voilà ce qu'en a dit *Stahl*.

Selon *Hoffmann*, l'esprit de sel differe de l'esprit de vitriol & de nitre, en ce qu'il ne dissout pas si promptement la limaille de fer, & qu'il n'agit pas sur l'hématite & le safran de Mars, quoique réduit en poudre très-fine; pendant que le sel commun, ou pour mieux, le sel ammoniac, agit beaucoup plus vivement & plus promptement sur les mines du fer, l'hématite & la limaille; & qu'en les dissolvant fortement, il en fait du vitriol astringent, pourvu qu'étant mêlés ensemble, on les tienne au feu, dans un creuset, & pendant un certain temps : ce qui n'arrive, ni avec le vitriol, ni avec le nitre.

Musschenbroek dit qu'à l'esprit de nitre, on a ajouté une drachme de limaille de fer, qui a donné une grande effervescence, avec écume & des fumées jaunes, abondantes & fœtides; que la chaleur a été de 46 à 145 degrés, & que la masse s'est résolue en une espece de pâte. On a mis une même quantité de limaille, avec de l'esprit de nitre dans le vuide, qui a de même beaucoup bouilli, & jetté d'épaisses fumées jaunes; la chaleur a monté de 46 à 120 dégrés, & la masse étoit, comme celle ci-dessus, de couleur de rouille, épaisse & remplie d'écume : les fumées étoient élastiques, ce qui fit descendre le mercure de quatre pouces & demi. Il n'y a pas de danger à faire cette expérience avec de l'esprit de nitre : mais lorsqu'on la fait avec l'esprit de nitre préparé à la maniere de Geoffroy ou de Glauber, il s'excite une chaleur si violente & si subite, qu'elle fait soulever le thermometre, & l'on ne peut plus juger du dégré de chaleur. Il a encore ajouté une drachme de pierre hématite à l'esprit de nitre, ce qui n'a point occasionné d'effervescence ni de couleur. Cependant la couleur de la pierre fut changée, le dégré de chaleur un peu augmenté de 46 $\frac{1}{2}$ à 47 $\frac{1}{2}$, & il n'a pas pû sçavoir s'il y avoit quelque chose de dissous. Il mit de même de la pierre hématite avec de l'esprit de nitre dans le vuide : la pierre essuya une grande ébullition, mais sans écume. A la longue cependant, elle donna une teinture comme rouge, & la chaleur monta de 46 $\frac{1}{2}$ à 47 $\frac{1}{2}$; la couleur de la pierre qui restoit, étoit d'un rouge plus éclatant : le barometre n'essuya aucun changement. Ayant mis trois drachmes d'esprit de sel marin, sur une drachme de limaille de fer, on a remarqué une foible effervescence avec chaleur. La solution est devenue trouble & jaune : mais avec le temps le métal s'est précipité, & l'esprit s'est éclairci; la chaleur a augmenté de 47 à 57. Il a répété la même expérience dans le vuide; le fer a donné une grande effervescence, avec écumes, effervescence qui a duré long-temps, & qui a dissous plus de métal. La solution étoit opaque, noire : la chaleur a augmenté de 47 à 70, sans que le barometre ait varié. Il a mis deux drachmes de limaille de fer dans une once d'eau-forte; sur le champ, il y a eu une forte effervescence, qui a jetté beaucoup de fumées rouges & chaudes, néanmoins en plus petite quantité que l'étain n'en jette : la chaleur a augmenté de 44 à 188. La masse étoit noire, très-épaisse : elle est restée dans cet état pendant un mois, la partie métallique occupant le dessous. Il n'a pas remarqué jusqu'à présent, que l'eau-forte ait produit aucune effervescence plus chaude. *Huygens*, a mis une égale quantité d'eau-forte dans deux vases; il a exposé l'un à l'air, & a mis l'autre dans le vuide, après avoir mis dans l'un & dans l'autre une partie semblable de fer, pour voir lequel seroit plutôt dissous; il a remarqué qu'il arrive le contraire du cuivre : le fer, dans le vuide, a été plutôt dissous que celui qui étoit à l'air. Il a mis une once d'eau-forte sur une marcassite jaune : il y a eu sur le champ une grande effervescence, avec quelques écumes & fumées épaisses, jaunes, abondantes; la chaleur a monté de 44 à 99 : dans l'espace d'un mois, presque tout le métal a été dissous.

Mêlez une partie de limaille de fer, une demie d'huile de vitriol & dix d'eau; faites préalablement chauffer à un feu doux l'huile de vitriol; mettez ensuite la limaille de fer : il se fait une grande ébullition, qui donne long-temps l'odeur de soufre : elle a aussi un petit goût de vitriol. Si on évapore à pellicule, on obtient des crystaux verds

très-brillans, qui fondent aiſément à l'eau & au feu. On les appelle *cryſtaux*, *ſucre*, *vitriol*, & *ſel de fer*. Ce ſel perd au feu ſa couleur verte, ſa tranſparence, & jaunit au-deſſus. Si on le pouſſe à un plus grand feu, il blanchit & ſe calcine. Si on augmente encore le feu, il devient ce qu'on appelle *ſafran de Mars aſtringent*. Si on expoſe à l'air le ſafran rouge, il ſe diſſout en une huile de couleur d'or. Il eſt ſoluble par le vinaigre, le vin du Rhin & même l'eau : mais il faut le faire bouillir douze heures.

Si, ſur deux drachmes de fer ou d'acier, on verſe de l'eau-forte, goutte à goutte, juſqu'à ce que l'effervescence ſoit paſſée & le fer diſſous, ce qui échauffe le vaiſſeau de verre, le fer s'enfle, donne de l'odeur, & devient de plus en plus friable. Laiſſez la ſolution en digeſtion pendant une nuit, puis faites évaporer à ſiccité, vous aurez une maſſe rouge, qui calcinée, fait une poudre rouge & inſipide : c'eſt le ſafran de Mars apéritif, ou la chaux de fer ou d'acier. *Collect. de Leyde.*

Si vous faites une diſſolution de fer par l'eau-forte, qu'enſuite vous faſſiez évaporer à ſiccité, qu'ayant mis la matiere dans une retorte, vous ayez chaſſé le phlegme, par un feu doux, en augmentant le feu, il monte un eſprit qui eſt brûlant & fort comme l'huile de vitriol. C'eſt à cauſe de cette affinité que je vais parler de la vertu corroſive du vitriol, principalement du martial & de ſon huile. Le plus fort acide liquide & le plus corroſif, peut devenir inſipide, par la ſeule mixtion, avec une terre inſipide, pénétrée de phlogiſtique. HOFFMANN.

Différentes effervescences, couleurs, changements, précipitations, tant du fer que du vitriol de Mars, ſon huile & ſon eſprit.

SI par la diſtillation on extrait l'huile de vitriol des corps ſulfureux, du regne végétal ou animal, par exemple, du ſuc de pavots, de l'orpiment, de l'antimoine : ce violent acide eſt ſi ſubtil, qu'il ſe réſout en un eſprit volatil preſque entiérement privé de toute acidité : il en reſte ſeulement un peu dans le *caput mortuum*. Cet eſprit qui, joint aux huiles diſtillées, excite de la flamme, eſt ſi fort corroſif, qu'en peu de temps, il ronge & détruit les métaux les plus durs, & qu'il s'évapore entiérement dans l'air, lui, que les plus forts obſtacles ont bien de la peine à contenir. HOFFMANN.

Si vous frottez légérement quelques parties de la main d'huile de vitriol, vous reſſentez une grande douleur, une ardeur brûlante, & un déchirement, au lieu que ſi vous employez une plus grande quantité, & que vous la preſſiez fortement contre la main, vous ne ſentirez preſque point de douleur ni de brûlure. *Idem.*

Quoique l'huile de vitriol puiſſe diſſoudre juſqu'à un certain dégré tous les métaux, il n'y en a cependant point ſur qui elle agiſſe plus promptement que ſur le fer : enſuite vient le cuivre ; & comme elle attaque beaucoup plus aiſément le cuivre que l'argent, on peut tirer de la monnoie, qui eſt faite de cuivre & d'argent, toute la partie de cuivre, en verſant deſſus de l'huile de vitriol, qu'il faut un peu chauffer pour lui donner de l'action. De limpide qu'elle étoit, elle devient obſcure, noire, & comme de la poix, rendant une forte odeur de cuivre. Quand on a lavé dans de l'eau de la monnoie qui en a été rongée, elle reprend ſa couleur d'argent. *Idem.*

L'huile acide de vitriol précipite toutes les diſſolutions métalliques pierreuſes, animales, les écailles, coraux, perles, par l'eſprit de ſel ou de nitre : pour celles faites avec le tartre, elle les réduit en poudre légere, plus brillante que tous les autres précipités, ſur-tout les coraux, les perles, la mere-perle, les coquilles, dont la pouſſiere eſt auſſi brillante que les perles orientales. Cette poudre ſera encore plus belle ſi on la précipite par l'eſprit acide du ſoufre, de façon qu'elle pourra ſervir de coſmétique. GLAUBER.

A une chaleur médiocre, l'huile de vitriol change le mercure en chaux blanche. En y ajoutant de l'eau, elle le change en chaux jaune. Le feu & l'agitation contribuent à la diſſolution qu'elles facilitent. Parties égales d'huile de vitriol & d'eſprit-de-vin, digérées & diſtillées, donnent une liqueur un peu corroſive, comme ſi l'on avoit mis une partie d'huile de vitriol dans dix parties d'eau.

L'huile de vitriol diſſout le ſel gemme, le cuivre, le fer, l'antimoine, le zinc, le pain, le camphre, la pierre calaminaire, les chairs, les coquilles, la craie, les cornes de cerf. Elle n'a point d'action ſur le ſafran de Mars fait par le feu, pendant qu'elle diſſout le fer avec effervescence & écume.

Il faut bien du temps à l'huile de vitriol pour diſſoudre le vif-argent, précipité par lui-même.

Elle diſſout le ſel commun avec bruit, en jettant des vapeurs & des bulles.

Le *caput mortuum* de l'eau-forte, ou du vitriol, ſert de menſtrue dans la fuſion des métaux, & les rend plus fluides.

Si on mêle de l'eau à de l'huile de vitriol, & qu'on la verſe ſur du cuivre ou du fer, elle en tire un nouveau vitriol, bleu & verd.

La ſolution du plomb avec le vitriol de Mars, donne une couleur d'opale jaunâtre. HIÆRNE.

Le ſublimé fait d'une ſolution de fer par la

chaux vive & les cendres gravelées, donne une couleur safranée, comme la gomme gutte.

La solution de Mars par l'alun avec le sel de tartre, donne le plus grand blanc.

Le sucre de Saturne avec la dissolution de Mars, donne un beau rouge, comme le grenat.

L'esprit de tartre avec la dissolution de Mars, donne le rouge obscur transparent.

Le nitre fixe avec la dissolution de Mars, donne la couleur châtain, blanc, noyé dans le brun.

Le nitre fondu avec les cendres gravelées & la chaux vive, mêlé à la solution de Mars, donne la couleur de fumée noirâtre.

Le vitriol de Mars & la solution de Mars, avec l'esprit de sel ammoniac & l'esprit-de-vin, donne un verd obscur.

Les noix de galle avec la pierre martiale de *Sparmann*, donnent un verd noirâtre.

De l'urine avec du vitriol de Mars, & de la solution de Mars; les scories du régule d'antimoine avec le vitriol de Mars, donnent la couleur de la poix.

Les scories du régule d'antimoine avec la solution de Mars par l'alun, donnent le gris obscur. *Hiærne.*

La solution du fer par l'esprit de nitre, donne une odeur plutôt douce que désagréable.

La solution de fer donne au cryſtal la couleur d'hyacinthe.

Le fer jetté dans le vinaigre, rongé par son acidité, & passé dans sa substance, convertit son âcreté en une douceur sucrée, suivant *Stahl.* L'eau-forte distillée par une retorte de fer, prend une couleur d'or plus haute, & en devient plus pure.

Ayant mis pendant 4 jours deux clous de fer dans deux onces d'eau commune, rendues acides par l'addition de l'huile de soufre, on y a encore ajouté de la noix de galle: au bout d'une heure on a remarqué du noir; & dans un jour, la liqueur est devenue noire comme de l'encre. *Grisonius.*

Huile de vitriol. Quand on mêle de l'huile distillée de lavande à de l'huile de vitriol bien concentrée, le mélange s'enflamme légérement, & jette une fumée qui sent le soufre: néanmoins le résidu reste clair, & n'acquiert point une consistance épaisse.

Il arrive la même chose avec l'huile de marjolaine, avec cette différence que la couleur est plus délayée & la consistance plus fluide.

L'huile de menthe acquiert une couleur obscure noirâtre: mais la fumée a une odeur de soufre plus pénétrante.

L'huile de cédra de Bergamotte ne fait pas beaucoup d'effervescence: le mélange ne s'épaissit pas; il est d'une couleur entiérement jaune.

Si on mêle à cette huile de l'huile pure de gérofle, & en égale quantité, il survient une grande chaleur, & une odeur pénétrante de soufre: le mélange prend la couleur du sang, & la matiere se coagule promptement comme une résine.

Cette huile mêlée à l'huile pure de sassafras, distillée par l'intermede de l'eau, se coagule en une matiere noirâtre, tenace, d'une couleur chargée, & d'une mauvaise odeur.

L'huile pure de genievre jaunit & prend une consistance épaisse, mais avec moins de chaleur & de fumée. Si l'on emploie de cette même huile falsifiée, il survient une très-grande chaleur, avec beaucoup de vapeurs, & la matiere s'épaissit fortement. Si on se sert d'huile faite avec le bois du genévrier, en agitant le vaisseau, la couleur se charge & devient noirâtre. Il se fait une grande ébullition qui fait monter la matiere jusqu'aux bords du vase.

L'huile de térébenthine, mêlée à celle de genièvre, lorsqu'on agite le vase, fait effervescence, avec une très-grande chaleur & des bulles, donnant beaucoup de vapeurs de soufre.

Le baume de Copahu fait avec cette huile une ébullition chaude & forte, lorsqu'on a agité le vase, & donne une couleur rouge obscure, tirant sur le noir, avec une fumée désagréable & fœtide.

Avec le baume du Pérou, il résulte un mélange très-rouge, comme de l'écarlate, sans chaleur, ayant la consistance d'un syrop.

L'huile de vitriol concentrée attaque même le camphre, qui est comme une huile distillée, & sous une forme seche; elle le dissout en une liqueur épaisse, d'un jaune tirant sur le rouge.

Les huiles par expression des raves, des olives, des amandes douces, mêlées à cette huile, rougissent à la vérité, mais sans chaleur & sans ébullition. *Hoffmann.*

Des fleurs légérement teintes, comme celle du bluet, de la lavande, de la violette, de la marguerite, des roses infusées dans de l'eau chargée d'esprit de vitriol, donnent une teinture rouge, brillante, très-belle. On découvre par-là pourquoi tous les esprits acides ou oléagineux, distillés, avec le temps, ou par la digestion, deviennent très-rouges, ayant d'abord été très-limpides, comme cela arrive avec l'esprit de tartre, de manne, de sucre, de miel.

L'huile de vitriol, ou l'huile de sel, ou l'esprit de sel très-concentré, produisent par l'addition d'une quantité convenable d'eau très-froide, une forte effervescence avec grande chaleur. La glace même jettée dans de l'huile de vitriol, produit une chaleur qui approche presque de celle du feu. Il faut observer que si on emploie une trop grande quantité

quantité d'eau, la chaleur eſt beaucoup moins conſidérable, & qu'elle eſt d'autant plus forte qu'il y a moins d'eau, cependant juſqu'à une certaine proportion. Si, dans une demi-once d'huile on ne met qu'une drachme d'eau, il n'y a pas tant de chaleur ni d'effervefcence que ſi on en avoit mis deux drachmes. Le dégré ſeroit encore plus grand avec une demi-once, & une once entiere d'eau : mais ſi on emploie une plus grande quantité, comme deux ou quatre onces, pour une demi-once d'huile de vitriol, l'effervefcence eſt très-foible. *Idem.*

Si on mêle de l'eſprit-de-vin très-rectifié dans de l'huile de vitriol, il y a chaleur ſans beaucoup d'ébullition, avec changement de couleur qui paſſe au couleur de roſe ; la chaleur eſt moins grande que ſi on avoit ajouté de l'eau. L'huile diſtillée mêlée à l'huile de vitriol & à l'eſprit de nitre fumant, bout fortement, ſans grande chaleur & ſans changement de couleur. Il ſe fait de même une effervefcence très-chaude avec l'eſprit acide du nitre, & l'eſprit-de-vin très-rectifié, de même qu'avec les huiles diſtillées. *Idem.*

Si on mêle de l'huile de vitriol au ſel ammoniac ou au ſel commun, il s'éleve ſur le champ une fumée blanche très-pénétrante, pendant que du mélange de cette huile & du nitre ſec, il s'éleve une vapeur rouge, jaunâtre & très-pénétrante. Sur quoi il faut remarquer que l'huile de vitriol jointe à l'*arcanum duplicatum*, au tartre vitriolé, ou au nitre antimonié, qui ſont des ſels neutres, ne produit point cet effet : le mélange reſte tranquille & entier. *Idem.*

L'eſprit de ſel fumant, très-concret, fait avec le ſel ammoniac & l'huile de vitriol, mêlé à l'huile de vitriol, fait une violente ébullition avec bruit, & fait partir des fumées blanchâtres, pendant que nul autre acide, pas même l'eſprit de nitre fumant, n'occaſionne cet effet. *Idem.*

Si on mêle au point de ſaturation de l'huile de vitriol avec du ſel de tartre, il vient un eſprit qu'il faut diſtiller dans une retorte à feu doux : il eſt inſipide, néanmoins très-ſubtil, puiſqu'il ſe volatiliſe à un moindre dégré de chaleur que l'eau commune. On l'appelle *eſprit purifié* de *Niedner*, qui a gagné beaucoup d'argent à le vendre. *Idem.*

L'huile de vitriol, verſée ſur de la limaille de fer, pure & ſans rouille, par l'addition d'une quantité d'eau convenable, fait une grande effervefcence avec chaleur. Il en part une odeur ſulphurée, qui retenue dans le vaſe avec le pouce, prend feu avec grand bruit à l'approche de la flamme d'une chandelle, & part comme un éclair, brûlant même dans l'orifice de la bouteille. *Idem.*

Si on met dans une cucurbite poids égal d'huile de vitriol & de ſel commun, par exemple, une demi-livre, il s'éleve ſur le champ de la fumée, ou une grande vapeur blanche, ſubtile, d'une odeur acide pénétrante. En mettant le chapiteau, & ſe ſervant du bain de ſable, il monte un eſprit d'une odeur très-acide (ce qui eſt rare dans les eſprits acides minéraux) très-concentré & très-volatil, qui, allumé, donne une vapeur ſubtile. Voilà le véritable eſprit de ſel, qui ſe tire ſans peine au bain de ſable, & qui mérite la préférence ſur tous les acides minéraux. *Idem.*

Quand on verſe dans une cucurbite de l'huile de vitriol ſur du nitre de la meilleure qualité, tel que celui de Ruſſie ou des Indes, il s'éleve ſur le champ une abondante fumée rouge. Si on met à diſtiller au bain de ſable, il part un eſprit qui donne à l'alambic, & au récipient une couleur de feu. Cet eſprit eſt très concentré & très-acide : ce n'eſt autre choſe que de l'eau-forte très-ſaturée, qui monte à un feu doux. Comme elle n'a point de phlegme, ſi on lui donne l'air, elle fume. Il reſte au fond du vaſe un ſel coagulé, très-dur, tranſparent comme la glace, mais très-acide. Cet eſprit bien préparé, non-ſeulement fermente vivement avec toutes les huiles diſtillées & l'eſprit-de-vin rectifié, donnant beaucoup de vapeurs rouges, mais même il enflamme les huiles peſantes aromatiques diſtillées, qui ne ſurnâgent point l'eau, & il les réduit en cendres ſeches, comme nous l'avons dit. *Idem.*

Quand on diſtille au bain de ſable dans une retorte de verre, de l'huile de vitriol, mêlée avec de l'orpiment pulvériſé, il en réſulte une liqueur glacée, épaiſſe comme du beurre d'antimoine, avec une odeur très-pénétrante de ſoufre. En peu de temps cette odeur ſuffocante s'évapore, & laiſſe un réſidu acide comme l'eſprit de vitriol, ſans ſaveur, ſur lequel nâgent des feuilles de ſoufre. On voit dans le col de la retorte des fleurs, qui reſſemblent parfaitement à celles du ſoufre. Il y en a en aſſez grande quantité, de façon que de 4 onces d'orpiment, & 3 onces d'huile de vitriol, on a au moins une once de ces fleurs. Elles ſont inſipides, ſudorifiques. La vapeur qu'elles exhalent eſt blanche, avec odeur de ſoufre. Le *caput mortuum* eſt brunſale, ſans odeur : approché de la flamme, il brûle en quelque façon. *Idem.*

L'huile de vitriol verſée ſur des pavots cruds & hachés en petits morceaux, miſe à la diſtillation, à la quantité de ſix onces pour les deux matieres enſemble, donne environ deux onces d'une liqueur très fœtide & tranſparente, d'un goût acide déſagréable. Le *caput mortuum* eſt de couleur noire : la matiere en eſt légere, ſpongieuſe, preſque inſipide. Approchée de la flamme, elle donne l'odeur du ſoufre ordinaire.

Si vous tenez pendant quelques mois de l'huile aromatique de vitriol doux dans une bouteille bien bouchée, & garnie d'une vessie, petit-à-petit elle ronge & diffout le verre, & ce qui reste dans la bouteille, prend une couleur rouge & une saveur acide. 2°. Si on y ajoute du vif-argent, il s'échauffe, & en est attaqué. 3°. Cette huile aromatique récente se diffout parfaitement dans l'esprit-de vin rectifié, & lui donne une saveur, une odeur, une vertu anodyne & sédative. 4°. Cet esprit imprégné d'huile de vitriol doux, mêlé en petite quantité à une solution d'or, fait une teinture jaune, qui, mise sur le fer, lui donne la couleur de l'or. 5°. Quand on laisse reposer pendant 12 heures cette solution d'or, il tombe au fond une poudre noire qui marque que le soufre du vitriol est joint à la poudre du sel, & qu'ils se précipitent ensemble.

Si on verse de l'huile de vitriol sur une lessive de sel, sur le champ il y a grande effervescence, avec exhalaison d'un esprit de sel très-subtil, comme il arrive avec la lessive de nitre. La matiere se change en un *coagulum* blanc, auquel ajoutant une quantité convenable d'eau commune, on trouve au fond beaucoup de poudre blanche. *Hoffmann jusqu'ici.*

Ce qui suit est de *Musschenbroeck*. Il dit qu'il a fait ses expériences au mois de Juin, le barometre étant à 29 dégrés $\frac{1}{12}$, par un vent de bise, & un temps sec & serein.

Il a mis dans un vase ouvert trois drachmes d'huile de vitriol, avec pareille quantité d'eau commune : il n'y a eu ni mouvement ni effervescence. La chaleur a monté de 48 à 92.

Il a joint trois drachmes d'eau de cochlearia à trois drachmes d'huile de vitriol : il n'y a eu ni effervescence ni mouvement; mais la chaleur a été plus grande, & a monté de 48 à 98 : le mélange est resté limpide.

A trois drachmes d'eau de sureau, il a joint trois drachmes d'huile de vitriol, effervescence : la chaleur de 48 à 70.

Lorsque les deux mélanges précédents ont été refroidis le lendemain jusqu'au 43 dégré, il les a mêlés ensemble : dans l'instant de la mixtion, il y a eu un mouvement sans écume & sans effervescence : la chaleur a monté à 60.

Il a mêlé trois drachmes d'huile de vitriol avec autant de vin du Rhin dans un vaisseau ouvert : il n'y a point eu de mouvement sensible ; mais la chaleur a monté de 49 à 99 $\frac{1}{2}$: la couleur s'est obscurcie.

Il a mêlé trois drachmes d'huile de vitriol avec six de vin du Rhin ; point de mouvement : la chaleur a monté de 59 à 97. Enfin, à trois drachmes d'huile de vitriol, il a mêlé neuf drachmes du même vin du Rhin ; la chaleur a monté de 59 à 95 $\frac{1}{2}$.

Sur trois drachmes d'huile de vitriol il a versé trois drachmes d'esprit-de-vin rectifié : il n'y a point eu d'effervescence, mais une prompte chaleur, qui a monté de 50 à 90.

A trois drachmes d'huile de vitriol, il a ajouté une drachme de tartre pulvérisé, obtenu du vin du Rhin ; point d'effervescence : la chaleur a augmenté lentement de douze dégrés.

Il a pris trois drachmes d'huile de vitriol, dans lesquelles il a versé autant de vinaigre de France : il n'y a pas eu d'effervescence notable, mais une chaleur considérable de 54 à 98. Il a répété cette expérience dans le vuide ; il y a eu une grande effervescence avec écume, & chaleur si considérable qu'il n'a pû la remarquer, sur-tout parce qu'il y avoit une écume épaisse qui a duré longtemps.

Sur une drachme de marbre blanc pulvérisé, il a versé trois drachmes d'huile de vitriol ; il y a eu grande effervescence, & chaleur de 54 à 68 : le marbre a été dissous.

Une drachme de pierre bleue de Namur mêlée à trois drachmes d'huile de vitriol, a donné une grande effervescence, avec chaleur de 54 à 66.

Du mélange d'une drachme de pierre rousse de Brême, à trois drachmes d'huile de vitriol, il n'est résulté aucune effervescence, à peine y avoit-il de la chaleur.

Une drachme de craie blanche & trois de vitriol, grande effervescence, chaleur 54 à 86. Craie rouge, nulle effervescence, ni chaleur.

Le mélange d'une drachme de charbon fossile de Bretagne & trois d'huile de vitriol, a donné sans effervescence, une grande chaleur de 54 à 57 $\frac{1}{2}$.

Celui d'une drachme de corail rouge avec trois drachmes d'huile de vitriol, a occasionné une forte effervescence, & une chaleur de 54. à 78.

Une drachme de pierre calaminaire mêlée à trois drachmes d'huile de vitriol, a procuré un certain mouvement, & une effervescence à peine visible, quoique la chaleur ait monté de 60 à 79.

Dans trois drachmes d'huile de vitriol il a jetté une drachme de limaille de fer, à peine y a-t-il eu un mouvement & une effervescence sensible. On a seulement eu une petite chaleur de 64 à 71 : à peine paroissoit-il que le fer fût rongé. Cette huile crasse ne peut agir sur les métaux ; c'est pourquoi il a délayé dans trois fois autant d'eau de nouvelle huile de vitriol ; il a laissé passer un jour pour refroidir, parce qu'avec l'eau il y a chaleur. Dans trois drachmes de cette huile, noyée d'eau, il a mis une drachme de limaille de fer, qui sur le champ a fermenté &

donné des écumes. La fermentation a toujours augmenté pendant une heure, au bout de laquelle elle a monté au plus haut point. La chaleur a été de 64 à 80, avec une forte odeur de soufre, dissolvant le métal, & l'opération ayant duré plus de six heures. Enfin, dans de l'huile de vitriol il a mêlé six fois autant d'eau; au bout d'un jour il a mis de la limaille de fer, comme dans la précédente expérience, le thermometre a monté lentement de 64 à 72; mais il y a eu effervescence, avec des fumées blanches, qui prenoient feu à la flamme d'une chandelle, & qui fulminoient avec bruit, comme le dit *Duhamel*, Hist. de l'Acad. des Sciences, année 1700.

Avec trois drachmes d'huile de vitriol, & une de limaille de cuivre, point d'effervescence ni de solution; le cuivre ayant conservé son éclat pendant 4 heures: il doute qu'il y ait eu chaleur; en tout cas, elle n'a pas été sensible.

A trois drachmes d'huile de vitriol, il a ajouté une drachme de marcassite jaune: point d'effervescence; mais pendant l'espace de trois jours, il n'a vû aucune dissolution: il y avoit une petite chaleur de 59 à 61. Il a mis trois fois autant d'eau dans l'huile de vitriol, alors il y a eu une petite fermentation avec un petit mouvement, & un peu de dissolution: à peine la chaleur a-t-elle augmenté de 59 à 60 $\frac{1}{2}$.

Il a encore ajouté une drachme de nitre pulvérisé à trois d'huile de vitriol; il est monté sur le champ des fumées corrosives jaunes, qui ont élevé le thermometre de trois dégrés. Ensuite, il a pris de l'huile de vitriol, qu'il avoit la veille mêlée avec trois fois autant d'eau; & dans trois drachmes, il en a jetté deux de nitre: il n'a pas vû de fumées; mais il a remarqué du froid. Le barometre est descendu de 9 dégrés. Lorsque les deux mélanges ont eu repris le dégré de chaleur ordinaire (60), il les a mêlés ensemble: ils ont donné de la chaleur jusqu'à 75, parce que la même quantité d'eau se trouvant dans plus d'huile, le menstrue a dû avoir plus de force, & donner de la chaleur.

A trois drachmes d'huile de vitriol, il a ajouté deux drachmes de sel ammoniac; il y a eu sur le champ grande effervescence avec écume, jettant d'abondantes fumées, qui ont rempli toute la chambre, avec une odeur très-âcre, si chaudes, que le thermometre a monté de 10 dégrés, pendant que le même thermometre, présenté à un autre mélange, descendoit, par rapport au froid, de 60 à 48 après l'effervescence, il y avoit beaucoup de sel dissous. Si pendant que l'huile est en effervescence avec le sel, & que le barometre descend, on ajoute un peu d'eau; sur le champ, il survient de la chaleur, & la liqueur du thermometre monte. Sur un pareil mélange, il suspendit un thermometre, de façon qu'il fût éloigné de 4 à 5 pouces de la hauteur à laquelle l'écume montoit: il plaça un autre thermometre dans un vase, dans lequel il avoit mis une drachme de sel ammoniac. Il mit trois drachmes d'huile de vitriol dans une phiole qu'il pouvoit remuer aisément. Tout cet appareil placé sous le récipient, il pompa l'air, & laissa le tout en repos pendant une heure, pour que tout prît un égal dégré de chaleur: ensuite il versa l'huile de vitriol sur le sel ammoniac. Il y eut dans le moment grande effervescence, avec beaucoup de fumées, qui emplissoient tout le vaisseau, au point qu'on distinguoit à peine les dégrés du thermometre. Au bout d'une demi-minute, la plus grande partie des vapeurs s'attacha aux parois du verre, partie tomba au fond, partie emplissoit le récipient, qui étoit néanmoins encore assez transparent. Le thermometre placé dans le mélange, étoit descendu pendant l'effervescence de 67 à 46. L'autre thermometre étant resté au même dégré 67, qu'il avoit avant l'expérience. Le thermometre resta pendant une minute au dégré 46; ensuite il commença à monter; lorsqu'il fut au 58, l'autre thermometre étoit à 69. Quand le premier fut à 60, le second fut à 69 $\frac{1}{2}$; mais après deux minutes, le premier à 68, le deuxieme à 70: une minute après, l'un & l'autre à 70. Cinq minutes ensuite, la liqueur de celui qui étoit dans le vase fut à 72, & l'autre resta à 70. Après un quart-d'heure, n'ayant plus d'effervescence, le premier étoit à 74, le second toujours à 70: l'effervescence dura au moins 20 minutes. Pour plus grande sûreté, il a répété deux fois cette expérience, & il est arrivé la même chose: la vapeur qui monte dans le vuide, a donc trois dégrés de chaleur, & le mélange 21 dégrés de froid.

En mélangeant trois drachmes d'huile de vitriol & une drachme de sel gemme, point d'effervescence: néanmoins pendant que le sel se dissolvoit petit-à-petit, la chaleur a monté de 60 à 63.

Trois drachmes d'huile de vitriol, & une drachme de sucre brun ordinaire, ne donnent point d'effervescence: il se dissolvoit un peu de sucre. La chaleur a été augmentée de trois dégrés & demi: dans le vuide, le sucre a donné une petite effervescence, avec 4 dégrés de chaleur.

Après avoir mêlé trois drachmes d'huile de vitriol, avec trois drachmes d'esprit de sel ammoniac, il y a eu grande effervescence qui s'est appaisée sur le champ. La chaleur a monté de 42 à 92, le mélange restant limpide & sans couleur: cette expérience a été faite en hiver.

Il a mêlé les matieres des deux expérien-

ces précédentes, faites avec le ſucre & l'eſprit de ſel ammoniac; il y a eu de la chaleur qui a monté au 42e. dégré. Elles ont donné une eſpece d'effervefcence avec beaucoup de bulles d'air, & une augmentation de chaleur juſqu'au cinquante-deuxieme dégré: le ſucre s'étoit raſſemblé, & nâgeoit au milieu de la liqueur, n'ayant pas ſon diſſolvant.

Ayant mêlé une drachme de ſel volatil d'urine à trois drachmes d'huile de vitriol, il y a eu une effervefcence froide conſidérable, donnant des écumes & de la fumée: le thermometre eſt deſcendu de 60 à 44; tout eſt demeuré limpide.

Il a mêlé trois drachmes d'huile de vitriol, à une drachme d'huile de fenouil diſtillée; le mêlange s'eſt parfaitement fait ſur le champ; il n'y a point eu d'effervefcence; mais la chaleur a monté de 62 à 70. Il a ajouté à ce mélange des yeux d'écreviſſes; il y a eu ſur le champ grande effervefcence, & la chaleur a été pouſſée juſqu'à 86. La matiere eſt devenue ſemblable à de la poix, & aſſez unie, mais ſans être inflammable: elle a même éteint à moitié des charbons ardents.

Il a enſuite mêlé une drachme d'huile d'anis diſtillé, dans trois drachmes d'huile de vitriol, ce qui s'eſt parfaitement mêlé; mais une partie, qui s'eſt réduite en une maſſe noire, pouvoit être allumée & brûler: il n'y a point eu d'effervefcence, mais un peu de chaleur de 62 à 69.

A trois drachmes d'huile de vitriol, il a ajouté une drachme d'huile diſtillée de roſée du matin; il ne ſçait, ſi dans le commencement de la mixtion, il n'y a pas eu un peu de froid; mais enſuite la chaleur a monté de 62 à 70, ſans effervefcence notable: la plus grande partie de l'huile de roſée ſe mêla exactement avec l'huile de vitriol.

Enfin, à trois drachmes d'huile de vitriol, il a ajouté un ſcrupule d'huile de briques: la matiere s'eſt raſſemblée en une ſubſtance homogene, ſans effervefcence, mais avec dix dégrés de chaleur. *Juſqu'ici* MUSSCHENBROEK.

L'eſprit de vitriol, tenu pendant quelque-temps ſur du fer, produit une eſpece de vitriol fixe, comme lorſqu'on mêle de l'eſprit de nitre avec du ſel de tartre, il réſulte une eſpece de nitre. *Lémery.*

Si on a de forte huile de vitriol, & qu'on la mêle à d'autre huile de vitriol, ou à un eſprit acide de vitriol, ou à de l'eau de vitriol, ou à de l'huile de térébenthine, il ſe fait une ſi grande chaleur, que ſouvent le vaſe en eſt caſſé. *Idem.*

Si on verſe quelques gouttes d'eſprit de vitriol, ou de ſon huile, dans un peu d'eau chaude, dans laquelle on aura fait infuſer des roſes rouges, en peu de temps l'eau prend une couleur de vin rouge. *Idem.*

Si l'on emplit une phiole de verre d'une décoction purifiée de bois néphrétique, lorſqu'on regarde à travers; la lumiere paroît jaune: mais ſi vous tournez le bas de la phiole à la lumiere, elle paroît bleue. Si on y verſe quelques gouttes d'huile de vitriol, elle paroît jaune par-tout, & bleue avec une petite portion d'huile de tartre. Si dans une teinture de violette ou autre teinture bleue, vous verſez quelques gouttes d'eſprit de vitriol, elle rougit ſur le champ: ſi vous y mettez quelques alkalis, elle reprend ſa premiere couleur. Si dans une teinture bleue vous mettez une liqueur alkaline, comme de l'eſprit volatil de ſel ammoniac, dans l'inſtant elle verdit: ſi vous ajoutez un peu d'eſprit de vitriol, elle prend un rouge obſcur. Si vous verſez de l'eſprit de vitriol ſur une décoction de bois d'Inde, elle jaunit: ſi vous ajoutez un peu de ſel ammoniac, ſur le champ elle noircit. Si vous faites digérer pendant trois ou quatre heures du bois d'Inde dans du jus de citron, la couleur n'en eſt pas altérée: ajoutez-y quelques gouttes d'huile de tartre par défaillance, elle prend ſur le champ une couleur brune. Si vous ajoutez de nouveau de l'eſprit de vitriol, elle reprend ſa premiere couleur; ſi vous verſez quelques gouttes d'huile de tartre dans du vin rouge, il verdit: ſi vous ajoutez de l'eſprit de vitriol, il reprend ſa premiere couleur. *Idem.*

Le vitriol de Vénus découvre tous les alkalis, ſur-tout les volatils. Tous les alkalis fixes, mêlés à une ſolution de vitriol de Vénus, ſe précipitent ſous la forme d'un ſédiment bleu & verdâtre. Les volatils, au contraire, donnent un précipité d'une légere couleur de ſaphir: de façon qu'il n'y a rien qui découvre les ſels volatils comme ce vitriol. Celui de Mars découvre de même les alkalis, mais non pas ſi clairement. Ce qu'il y a de ſingulier dans le vitriol de Mars, c'eſt qu'il développe dans un inſtant tout ce qu'il a de force & de qualité: voilà pourquoi il donne aux ſolutions une couleur noire ou noirâtre, ou violette obſcure. Les diſſolutions de Vénus & de Mars par l'eau-forte, & étendues dans de l'eau de pluie diſtillée, donnent les mêmes effets que les vitriols, avec cette différence cependant, que s'il n'y a pas une aſſez grande quantité de ſels volatils, elles ne ſouffrent pas un grand changement, mais ſimplement un mouvement inteſtin preſque inſenſible: la couleur & la conſiſtance demeurent les mêmes. HIÆRNE.

Le ſucre de Saturne, avec une once d'eau diſtillée, en y ajoutant une goutte d'eſprit de vitriol, donne une couleur diaphane un peu trouble, comme de l'eau un peu chargée de vâſe. *Idem.*

Le

Le mercure ſublimé avec une liqueur faite de vitriol & de chaux vive, donne une couleur d'opale. *Idem.*

L'eſprit de vitriol, avec l'eſprit-de-vin ordinaire, donne une couleur plus foncée d'opale. *Idem.*

La diſſolution d'étain, avec le vitriol de Mars, donne la couleur d'opale jaune. *Idem.*

Le vitriol de Chypre, avec une leſſive d'écaille, donne une couleur d'opale, tendant à la couleur de rouille. *Idem.*

Le ſel de rhue, avec l'eſprit de vitriol, donne une couleur jaune, claire & diaphane. *Idem.*

Les ſcories du régule d'antimoine miſes dans une once d'eau, où l'on aura verſé cinq gouttes d'eſprit de vitriol, donnent la couleur du ſafran. *Idem.*

Le ſel de ſaule, avec l'eſprit de ſel ou l'eſprit de vitriol, donne une couleur jaune, tirant ſur le rouge. *Idem.*

Le ſel de chardon-bénit, avec l'eſprit de vitriol, donne une couleur jaune-obſcur. *Idem.*

Le ſel de pulmonaire, avec le ſel de vitriol, donne une couleur jaune enfumé. *Idem.*

Si à une diſſolution de ſoufre, avec la chaux vive, on ajoute de l'eſprit de vitriol, digéré dans l'huile d'anis, on obtient une couleur griſe tirant ſur le blanc, comme les étincelles du feu: les huîtres calcinées, avec le vitriol de Mars, donnent une ſemblable couleur. *Idem.*

Le vitriol de Mars, avec le ſel ammoniac, donne une couleur verdâtre, comme celle du freſne ou du peuplier. *Idem.*

L'eſprit de vitriol digéré dans l'huile d'anis, avec des cendres gravelées, donne une couleur ponceau, comme les fleurs de grenats. *Idem.*

Le ſel de ſcabieuſe, de ſauge, d'aurone, avec l'huile de vitriol, donne une couleur brune-claire. *Idem.*

La ſolution du bol d'Arménie, avec l'eſprit de vitriol, par l'addition du ſel de tartre, donne un gris-clair. *Idem.*

Le vitriol de Vénus diſtillé, avec de l'eau de roſée du mois de Mai, donne une couleur jaune, tirant ſur le verd. *Idem.*

Les ſels fixes, avec le vitriol de Vénus, donnent une couleur verd-céladon ou de Veniſe. *Idem.*

Le ſel de chardon-bénit, avec le vitriol de Vénus, donne la même couleur, mais plus claire. *Idem.*

L'eſprit de vitriol digéré dans l'huile d'anis, avec une ſolution de lune, donne une couleur verte de bouis. *Idem.*

L'eſprit de vitriol, avec le ſel de ſanicle, de même que le ſel d'aneth, le vitriol de Mars, & la ſolution de Mars, avec l'eſprit de ſel ammoniac, & l'eſprit-de-vin: enfin, le vitriol de Vénus, avec le ſucre de Saturne, donnent tous une couleur verte plus foncée, comme celle du poireau. *Idem.*

Le vitriol de Mars & la ſolution de Mars, avec l'eſprit de ſel ammoniac & le ſel diſtillé par le *minium*, donnent le verd de palmier. *Idem.*

Le ſel d'aneth, avec le vitriol de Vénus, donne une couleur verte déſagréable. *Idem.*

Le ſel ammoniac & le tartre diſtillé par le *minium*, avec le vitriol de Vénus, donnent une couleur bleu céleſte. (l'azur.) *Idem.*

Le ſel de tartre, avec le vitriol de Vénus, donne la même couleur plus claire. *Idem.*

Tous les ſels purement volatils, avec le vitriol de Vénus, donnent une couleur bleue, tirant ſur le pourpre. *Idem.*

Le vitriol de Vénus, avec le nitre fixe, donne une couleur bleue, tirant ſur le rouge. *Idem.*

Le ſel de fumeterre, avec le vitriol de Vénus, donne un bleu tirant ſur le verd. *Idem.*

L'urine, avec le vitriol & la ſolution de Mars, donne la couleur de la poix. *Idem.*

Les ſcories du régule d'antimoine, avec le vitriol de Mars, donnent de même une couleur de poix. *Idem.*

L'eſprit d'heuphorbe, avec le vitriol de Mars, donne une couleur noire, tirant un peu ſur le verd. *Idem.*

Le vitriol de Mars, avec la diſſolution des métaux, faite par l'eau-forte, en y joignant des urineux; par exemple, l'eau diſtillée de l'argile cubique, donne d'abord une couleur obſcure qui s'éclaircit enſuite. *Idem.*

L'eſprit de vitriol, avec une diſſolution de ſoufre, par le ſel de tartre, donne une couleur de chair, d'un rouge un peu griſâtre. *Idem.*

La ſolution du ſoufre, par la chaux vive miſe dans du vitriol de Mars, donne une couleur d'abord noire, enſuite cendrée. *Idem.*

Faites une forte teinture de noix de galles. En agitant cette infuſion, mettez une quantité de forte ſolution de vitriol, vous aurez une encre très-noire. Si vous y ajoutez une petite quantité d'huile de vitriol; en remuant le vaſe, vous verrez que la liqueur reprendra ſa blancheur & ſa tranſparence: mais vous la ferez repaſſer au noir, avec une petite quantité de ſel de tartre. Il n'en eſt pas de même de l'encre, à cauſe de la gomme qui y eſt jointe, & qui, par ſa ténacité, réſiſte à l'opération qui doit s'exécuter ſur les ſels. BOYLE.

Si, à de l'huile de vitriol rectifiée, vous mêlez une quantité convenable d'huile eſſentielle, par exemple, d'abſinthe, avec de l'eau, que vous faſſiez diſtiller, il reſtera une quantité ſurprenante d'une matiere ſeche, & noire comme du charbon. Si, au lieu d'abſinthe,

vous employez de l'huile pure essentielle de sariette, en mêlant petit-à-petit à cette liqueur poids égal d'huile de vitriol rectifiée, & que vous mettiez le mélange, à la distillation dans une retorte, indépendamment de ce qui passe dans le récipient, ces deux liqueurs, limpides par elles-mêmes, laissent une quantité de substance noire comme de la poix, que l'Auteur dit qu'il conserve comme une chose rare. *Boyle.*

L'huile de vitriol précipite plusieurs substances, tant minérales, que celles qui ont été dissoutes, non-seulement dans l'eau-forte, mais sur-tout dans l'esprit de vinaigre: la chaux ou la poudre qui a été précipitée par cette liqueur, est très-blanche & très-belle. *Idem.*

Si on met une dissolution de minium dans une teinture de roses rouges, faite par l'eau, la liqueur se change en une substance verte, comme il arrive par l'huile de tartre: en ajoutant de l'huile de vitriol, il se fera une pareille opération: le plomb se précipite en poudre blanche, & la liqueur s'éclaircit: la couleur rouge reparoît, & prend beaucoup de force. *Idem.*

Le vitriol dans le suc de roses noircit: par l'addition de l'esprit de sel ammoniac, il jaunit. Si on fait macérer des roses rouges seches dans de l'huile ou de l'esprit de vitriol, l'eau rougit.

La teinture bleue rougit ordinairement par l'esprit de vitriol: en y ajoutant du sel alkali, on lui rend sa couleur. La teinture bleue, par l'esprit-de-vin & les esprits urineux, verdit: par l'esprit de vitriol, elle rougit. L'esprit de vitriol jaunit ordinairement ce qui est rouge: l'esprit urineux le noircit.

Le vitriol de Mars devient verd-brun, & donne un précipité noir, par la dissolution du mercure dans l'eau-forte.

Si, à l'huile de vitriol, on mêle de l'huile de tartre par défaillance, après l'effervescence le sel se précipite. Si on filtre l'eau, qu'on l'évapore, & qu'on crystallise, on aura des crystaux de tartre vitriolé, non pas acides ou âcres, mais tenant des deux.

Le sel commun change la couleur de la solution du vitriol de Vénus en verd clair.

L'esprit & l'huile de vitriol fermentent beaucoup avec les alkalis; & s'il y a quelque chose de sulfureux, l'esprit de vitriol en devient plus obscur & plus gris.

Les alkalis font de la solution du vitriol de Vénus un précipité verd, & plus épais que les urineux: le sel commun précipite le vitriol de Mars, ce qu'il ne fait pas dans les pays froids.

Le sucre de Saturne dissous dans une once d'eau distillée, par l'addition d'une goutte d'esprit de vitriol, prend une couleur diaphane nébuleuse.

Le mercure sublimé, avec une solution de vitriol ou de chaux vive, donne une couleur d'opale.

La solution d'argent, par le vitriol de Mars, prend une couleur d'opale tirant sur le jaune.

La solution du vitriol de Mars, par l'esprit de sel ammoniac, prend une couleur grise ou blanche. Le vitriol de Mars & la solution de Mars, avec l'esprit de sel ammoniac & l'esprit-de-vin, prennent une couleur verte: les sels urineux, avec le vitriol ou la solution de Mars, font une couleur noire.

L'esprit de vitriol, avec une solution de soufre par le sel de tartre, prend d'abord une couleur d'incarnat, qui se change ensuite en rouge-brun.

Si on mêle une partie d'huile de vitriol, avec trois parties d'eau, & qu'on remue le mélange, il se fait, sur le champ, une chaleur qui dure long-temps. Si on met un morceau de glace dans l'huile de vitriol, l'huile s'attache à la glace, & la réduit en fumée, de façon que le vase s'échauffe beaucoup: mais si on met l'huile de vitriol sur la glace, elle se coagule avec la glace.

Hauksbee, après *Hook*, a observé que le volume de l'eau, par l'addition de l'huile de vitriol, occupe moins d'espace, jusqu'à ce que l'eau s'échauffe, mais qu'elle ne perd point de son poids. *Act. de Leipsic*, *année* 1719.

Deux parties de colchotar ou de vitriol calciné au rouge, avec deux parties d'huile de vitriol, s'échauffent en une minute.

L'huile de pétrole rectifiée, & partie égale d'huile de vitriol, l'une agit sur la surface de l'autre, avec mouvement & ébullition; ensuite elle s'échauffe.

L'huile de vitriol, avec des œufs durs, du pain, de la viande, s'echauffe beaucoup.

Si du mercure, dissous dans l'huile de vitriol, vous tirez l'huile par la distillation. le résidu pulvérisé donne à l'eau une chaleur sensible.

L'huile de vitriol devient froide, par l'addition du sel ammoniac. Une partie d'huile de vitriol & douze parties d'eau, font un mélange qui s'échauffe: mais en y ajoutant une petite partie de sel ammoniac, le thermometre, que vous y aurez plongé, baissera. Douze parties de sel ammoniac & douze d'eau, donnent du froid: en y ajoutant 12 parties d'huile de vitriol, elles s'échauffent sur le champ.

Si vous jettez du sel commun dans l'eau, on sent du froid: mais si à huit parties de sel, vous en ajoutez trois d'huile de vitriol, l'eau s'échauffe.

Si on mêle une partie d'huile de vitriol, avec une demi-partie d'esprit-de-vin, & qu'on agite la liqueur, elle s'échauffe & donne de la fumée. Plus l'esprit est rectifié,

plus la chaleur eſt grande : elle eſt encore plus grande, lorſqu'on mêle de l'huile de vitriol, avec de l'huile de térébenthine.

L'huile de vitriol digérée, avec le vin d'Eſpagne, donne une odeur agréable.

Parties égales d'huile de vitriol & d'eſprit-de-vin, digérées pendant un mois, étant diſtillées, donnent une odeur brûlante & très-douce, qu'elles répandent au loin.

De petites perles, diſſoutes avec l'eſprit de vitriol, répandent une odeur de muſc, lorſqu'on débouche la phiole où elles ſont.

Parties égales d'huile de vitriol & d'huile de térébenthine diſtillées, donnent un *caput mortuum* noir comme du charbon & très-fixe. Si, après avoir laiſſé digérer, on tire l'huile de l'eſprit de vitriol & de l'eſprit-de-vin rectifié, on a une grande quantité de cette matiere noire fixe.

Le camphre & l'huile de vitriol diſtillées, reſtent au fond de la cucurbite comme un caillou, & on n'en peut rien ſublimer.

Si on calcine du vitriol bleu, juſqu'à ce qu'il ſoit friable, il devient blanc : ſi on pouſſe la calcination, il prend une couleur bleu-turquin, enſuite jaunâtre, puis rouge, bientôt après pourpre-obſcur, enfin noire.

Si on mêle de l'huile de vitriol rectifiée, avec de l'huile eſſentielle d'abſinthe, qu'on diſtille enſuite avec de l'eau, on a un *caput mortuum* très-noir.

L'eſprit d'urine mêlée à de la poudre de cuivre devient verd : mais en y ajoutant un peu d'huile de vitriol, il ſe trourne en une eſpece d'eau.

Deux ou trois parties de mercure & d'huile de vitriol, paſſées à la retorte, font une chaux blanche comme la neige. Si on verſe deſſus beaucoup d'eau claire, elle paſſe de la couleur laiteuſe à une couleur jaune, ſi magnifique, qu'on ne peut pas en voir une plus belle.

L'huile de graine d'anis, avec l'huile de vitriol, donne ſur le champ une couleur de ſang.

Dans la diſtillation du vitriol verd, il monte des vapeurs blanches, & dans celle du nitre la fumée eſt rouge pendant un temps.

Le vitriol de Vénus mis ſur une barre de fer y laiſſe des taches rouges. Il n'en eſt pas de même du vitriol de Mars.

Le camphre pulvériſé avec l'huile de vitriol, prend d'abord une couleur bleue, enſuite il rougit, enfin il devient rouge obſcur, ſans odeur. Par l'addition de l'eau, le camphre ſe dégage, & gagne le deſſus. Quand on diſtille un mélange de camphre & d'huile de vitriol, le camphre reprend ſon odeur. Le réſidu eſt de couleur très-noire.

Si on met une lame de fer ou d'acier dans une ſolution de vitriol bleu, il ſe précipite quelque choſe du cuivre ſur la lame de fer en forme d'écailles, qui s'épaiſſiſſent de plus en plus. Si on jette du fer dans une eau bleue vitriolée avec du mercure, le cuivre ſe précipite, le fer ſe diſſout, & le cuivre s'amalgame avec le mercure. L'eau bleue devient par-là d'un bleu pâle. Si tout le cuivre eſt précipité, la liqueur prend une couleur verte. Le vitriol précipite le plomb au fond du vaſe ; après cela le plomb précipite le fer. De même le mercure eſt précipité par l'huile de vitriol, après que la ſolution par l'eau-forte a eu précipité l'or.

Le mélange de nitre & de vitriol donne l'odeur de l'eau-forte.

L'or, diſſous dans l'eau régale, & précipité par l'huile de tartre, fulmine & donne une odeur brûlante de muſc.

L'huile de vitriol avec la poudre de camphre, donne d'abord une couleur bleue, enſuite rouge, rouge foncé, & perd ſon odeur. Si on verſe de l'eau, le camphre ſe dégage, & vient au-deſſus. Ce mélange diſtillé reprend ſon odeur : le réſidu eſt très-noir.

De l'eſprit de vitriol & de vin, lentement diſtillés pendant quinze jours ou trois ſemaines, donne d'abord une odeur agréable, enſuite une odeur forte & ſulphureuſe. Le réſidu eſt comme de la poix, & fragile ; il ne peut brûler ſans odeur, & reſte très-long-temps dans l'eau avant que de s'y diſſoudre.

Du mélange du fer avec les métaux, & avec le ſoufre.

Le fer ne peut point s'amalgamer avec le plomb, mais le ſurnâge toujours : cependant le fer peut entrer dans l'étain, avec lequel il fait un régule blanc, ſur lequel l'aimant agit fortement. Le fer avec le zinc, fait un régule dur, malléable, ſemblable à l'argent. Il s'amalgame auſſi à merveille avec le biſmuth, & donne un régule auſſi fragile que le biſmuth : quoiqu'il y ait trois quarts de biſmuth, l'aimant ne laiſſe pas que d'avoir de la priſe ſur lui. *Henckel* dans ſa Pyritologie. Le fer ne peut s'amalgamer à l'or ni à l'argent ſans l'intermede du cuivre, dont les particules s'accrochent fortement au fer : c'eſt ce qu'on éprouve en frottant du fer avec du vitriol de cuivre ; on voit la partie frottée de couleur du cuivre. *Barchusen.*

Le mercure ne peut point ſe mêler au fer. Le fer & le cuivre ne peuvent s'amalgamer avec le mercure, & être enſuite réduits en poudre très-ſubtile. Si on mêle du cuivre ou de l'argent au fer, ils s'accrochent très-ſolidement. Le cuivre mêlé au fer ne peut être battu en feuilles minces, & il rend le cuivre dur.

Voici les expériences faites ſur le mélange du fer avec le ſoufre. Lémery a mêlé du ſoufre, de la limaille de fer, & de l'eau ; il a mis de ce mélange dans différents pots, pe-

tits, grands, & élevés. La matiere s'est échauffée, & a voulu passer par dessus les bords. Il a, pendant l'été, empli, un des grands pots, de cinq livres de cette matiere. Après avoir enveloppé le pot d'un linge, il l'a mis en terre, d'une demi-aune de profondeur, & l'a recouvert de terre. Au bout de 8 ou 9 heures, la terre a commencé à s'enfler & à s'échauffer: il a paru non-seulement des vapeurs sulphurées, mais même de la flamme, qui a dilaté la crevasse, qu'elle avoit occasionnée. Enfin, il s'est fait une ouverture, d'où il est sorti une poudre jaune, tirant sur le noir. La terre a conservé de la chaleur assez long-temps. En retirant le vase, on trouvoit encore une poudre noire. Cette expérience réussit mieux l'été que l'hiver. *Henckel.*

Le même Lémery a cherché à démontrer par une expérience la génération des éclairs & du tonnerre. Si on met de l'eau pure dans de l'esprit de vitriol, & qu'on y ajoute de la limaille de fer, il part une vapeur sulphureuse, qui s'enflamme au contact d'une bougie allumée, & qui fait du bruit comme un coup de tonnerre. On a aussi expérimenté que si on ferme le vase de verre, la vapeur le perce. Ayant mis une assez grande quantité de ce mélange dans un grand vaisseau de verre, ce vaisseau fut réduit en pieces, avec un si grand fracas, que les assistants en furent assourdis pendant un certain temps. La matiere une fois allumée se dissipe, & par conséquent peut servir à former un nouveau tonnerre. *Mém. de l'Acad. des Scien.* Voyez *les Actes de Leïpsic, année 1710 pag. 204.*

Si vous mêlez parties égales de fer & de soufre; & qu'on humecte le mélange avec de l'eau pour en faire une pâte, cette pâte prend d'elle-même un certain dégré de chaleur. Si on la met dans un pot sur des charbons ardents, ordinairement elle prend feu, & acquiert une couleur rouge. Le résidu est du véritable safran. Si la matiere est en une certaine quantité, elle peut d'elle-même s'échauffer & se calciner jusqu'à ce qu'il ne reste que du safran. Elle diminue presque de moitié. Quoique cette masse soit diminuée de moitié, cependant d'une partie de fer on obtient une partie $\frac{1}{2}$ de safran; ce qui montre que l'acide du soufre est passé dans la substance du fer. Au surplus voyez *mon Traité du Soufre.*

Recueil d'observations sur le fer.

Il faut que le fer qu'on expose au miroir brûlant soit en lames minces; une pareille lame rougit dans le moment, & est percée de plusieurs trous. *Actes de Léipsic, annee 1697.* Le miroir brûlant a fondu un clou de fer en 30 secondes.

Il est connu que le fer enflammé, mis sous le marteau, tandis qu'il se refroidit, & que la couleur s'en obscurcit dans la partie qui est au-delà de l'enclume & du marteau, blanchit cependant sous le marteau, & même de plus en plus, ainsi qu'il est aisé de le remarquer dans les manufactures, sur-tout dans celles où on l'étire en barres minces pour être réduites en fils. De même le fer s'échauffe beaucoup sous le marteau, la lime, le ciseau. On dit qu'un nommé *Hautsch* a eu l'art de faire rougir le fer en cinq ou six coups de marteau. Le fer s'échauffe aisément sous le marteau s'il est de forme quarrée, & que les coups tombent sur le plan, & non sur les angles; ce que les Ouvriers habitués à le manier peuvent faire aisément. Le fer refroidi de lui-même au sortir de l'enclume & du marteau, est plus propre au travail que celui refroidi dans l'eau.

Il est constant que la chaleur raréfie le fer, & que par l'augmentation de son volume, elle le conduit, par dégrés, à la dissolution & séparation de ses parties: mais quoique le fer & tous les métaux puissent être raréfiés, & leurs parties dégagées des liens qui les accrochent & les retiennent, relativement au dégré de chaleur qui les pénetre, cependant, suivant leur nature, un métal cede plus aisément au feu qu'un autre métal, c'est-à-dire, que l'un entre plus aisément en fusion qu'un autre. D'ailleurs l'expansion que donne la chaleur, est un degré de liquation; car les particules les plus subtiles commencent le plus facilement à se mettre en mouvement, & les parties qui tiennent le moins, fondent aussi le plus aisément. Pour mesurer la raréfaction de chaque métal & l'instant de la fusion, relativement aux différents dégrés de chaleur, *Musschenbroek* a imaginé une machine très-curieuse; composée d'un cadran mobile par le moyen de roues dentées & de pignons comme une horloge, & d'une regle aussi dentée, & appliquée aux roues, que le moindre degré de chaleur pouvoit mettreen mouvement. Il a appliqué à la regle, suivant sa longueur, un fil de métal, d'un diametre bien égal. Ce fil étoit d'un bout appuyé sur une entaille faite dans un ressort, & de l'autre sur la regle qui pouvoit faire mouvoir les roues. Dessous il y avoit cinq meches à l'esprit-de-vin, par le nombre desquelles, lorsqu'elles étoient allumées, on voyoit au juste l'effet du plus ou moins de chaleur (1). Voici les expériences qu'il a faites avec cette machine, qu'il appelle *son pyrometre*, le thermometre étant au 32e. dégré par un vent d'ouest, le

(1) On peut voir ce pyrometre dans les Leçons de M. l'Abbé Nollet Tom. 4.

ciel couvert, & le barometre à 29 $\frac{1}{3}$.

Le fer, par une meche à l'esprit-de-vin, étoit raréfié à 80 dégrés; par deux, à 117; par trois, à 142; par quatre, à 211; par cinq, à 230. L'acier par une flamme, à 85; par deux, à 123; par trois, à 168; par quatre, à 270, & par cinq à 310.

Il a observé que le fer est celui de tous les métaux qui se raréfie le moins, soit qu'il y ait une ou plusieurs flammes: voilà pourquoi il est très-commode pour construire les machines qui ne doivent point varier suivant les différens dégrés de chaud & de froid, comme les pendules des horloges, les mesures, les aunes, les pieds.

L'expansion du plomb & de l'étain, à la même flamme, est presque double de celle du fer.

Il a pris la valeur de la ténacité des métaux, comme elle est évaluée dans le Traité *de Firmitate Corporum*. Le cuivre 299 $\frac{1}{4}$; le cuivre jaune 360; le fer 450; le plomb 29 $\frac{1}{4}$; l'étain 49 $\frac{1}{4}$; dont les gravités spécifiques sont du cuivre 9000; du cuivre jaune 8000; du fer 7645; du plomb 11325; de l'étain 7320. Il a pris des fils de fer de différentes grosseurs, & qui étoient dans la raison de 1, 2, 3, 4; il les a marqués par les lettres A, B, C, D. A est le dixieme d'un pouce. Le fil de fer A, passant dans un cône tronqué du diametre de 0. 07. pouces a été lentement, & un peu allongé par 450 livres. B, par un poids de 310, a été amené au diametre de 0. 08. pouces. Le diametre du cône tronqué étant 0. 06. pouces; le fer C, par 230 livres, a été amené au diametre de 0. 06. pouces; & D., par un poids de 130 livres, a été amené au diametre de 0. 05. pouces; de façon que la ténacité, selon l'épaisseur des fils, a été $A = 450$; $B = 337 \frac{1}{2}$; $C = 225$; $D = 112 \frac{1}{2}$: il ajoute que les fils de tous les métaux dans la filiere se sont fortement échauffés.

Il a aussi cherché quel étoit le dégré de chaleur du plomb, qui commençoit à fondre. Pour cela, il a appliqué le bout d'une baguette de fer à son pyrometre, & mis l'autre bout dans le creuset qu'il destinoit à fondre le plomb. Au commencement de la liquéfaction, & le plomb fondant à peine, il a étendu la baguette de fer au 217e dégré; l'étain à 109, moitié moins que le plomb; le bismuth liquide à 300; la marcassite jaune à 169; le fer de l'eau commençant à geler à l'eau bouillante, a été raréfié de 53 dégrés, l'acier de 56. Il faut sçavoir que chaque dégré vaut $\frac{1}{12500}$ de pouce, ce qui fait voir que dans l'eau bouillante, le fer a augmenté de $\frac{1}{1367}$ de pouce: la longueur de la baguette 5 pouces $\frac{4}{5}$.

Il a encore observé le temps qu'il falloit au fer, pour être raréfié, à une mêche allumée. Par une flamme en 9 secondes un dégré; une minute & 2 secondes 19 dégrés, 2′ 4″, 34° 3′ 4″, 47° 4′ 2″, 55° 5′ 3″, 62° 6′ 6″, 68° 7′ 2″, 71° 8′ 2″, 73° 9′ 3″, 76° 10′ 15″, 78°, l'expansion a cessé: mais lorsque le fer étoit chauffé par cinq flammes, voici le résultat, 5″, 5° 1′ 3″, 80° 2′ 6″, 145° 3′ 3″, 200° 4′ 9″, 230°. Il y a encore plusieurs expériences, qu'on peut voir dans l'Auteur. En comparant ces expériences, il a remarqué, que les temps & les expansions varient perpétuellement; que même les expansions ne suivent pas la proportion des flammes, mais que proportionnellement elles sont plus grandes de 1 à 2, 2 à 3, 3 à 4, & ainsi de suite.

Il a encore remarqué, que l'étain se raréfie très-promptement, ainsi que le plomb, le cuivre jaune, ensuite le cuivre rouge: le fer veut plus de temps. En 4 secondes, l'étain a pris 5 dégrés. Le fer en 9 secondes, n'en a pris qu'un, de façon que l'étain est 9 fois plus prompt que le fer, c'est-à-dire, que l'étain se raréfie à un neuvieme de la chaleur, que demande pour cela le fer froid au trente-deuxieme dégré du thermometre. La vîtesse de la premiere expansion du plomb, est à celle du fer, comme 9 est 1; du cuivre jaune, comme 5 est à 1.

Voici la table qui en a été dressée.

EXPANSION.	Fer.	Acier.	Cuivre rouge.	Cuivre jaune.	Etain.	Plomb.
1. Flamme dans le milieu	80	85	89	100	153	155
2. Flammes dans le milieu près l'une de l'autre	117	123	155	200	--	274
2. Flammes à 2 pouces l'une de l'autre.	109	94	92	141	219	263
3. Flammes au milieu proches	142	168	193	275	--	--
4. Flammes dans le milieu proches	211	270	270	361	--	--
5. Flammes	230	310	310	377	--	--

Par le moyen de ce pyrometre, il a encore expérimenté comment le fer & les autres métaux, poussés à une grande chaleur, sont condensés par un grand froid. Il a choisi un jour qu'il commençoit à se former de la glace; le thermometre étoit au trente-deuxieme dégré, dans un endroit spacieux, mais exactement fermé. L'expérience a été faite

ſur le fer & les autres métaux, chauffés preſque au rouge. Il a remarqué que, plus les métaux étoient chauffés, plutôt ils ſe condenſoient au ſortir du feu : de même que plus un métal eſt aiſé à raréfier au feu, plus aiſément il ſe condenſe. Il a auſſi examiné dans le vuide, ces rapports & ces dégrés ; pour cela, il a pris des cubes d'un pouce, qu'il a plongés dans des temps égaux dans du plomb fondu, pour leur faire eſſuyer le même dégré de chaleur : enſuite, il en ſuſpendit un à l'air, & l'autre dans le récipient privé d'air. Il a obſervé que le corps ſuſpendu dans le vuide, a conſervé ſa chaleur plus long-temps que celui qui étoit à l'air. Voici la table qu'il a donnée :

DEGRÉS DU PYROMETRE.

Fer dans le vuide.	Fer à l'air.	Acier dans le vuide.	Acier à l'air.	Plomb dans le vuide.	Plomb à l'air.
0	0	0	0	0	0
12	10	11	10	11	10
23	20	22	20	22	20
35	30	32	30	35	30
44	40	42	40	47	40
55	50	52	50	--	--
65	60	62	60	54	45
70	65	72	70	60	50
75	70	82	80	65	55
80	75	87	85	70	60
81	76	92	90	74	65
--	77	97	95	79	70
82 ½	78	102	100	83	75
--	79	107	105	87	80
83 ½	80	112	110	91	85
84	81	113	111	92	86
--	82	114	112	92 ½	87
85	83	115	113	93	88
--	84	--	114	--	89
86	85	116 ½	115	--	--
--	86	--	116	94	90
87	87	117	117	--	91
--	88	--	118	--	92
--	89	--	--	--	93
88	90	--	119	95	94
--	91	118	120	--	95
89	92	--	121	96	96
--	93	--	122	--	--
90	94	119	123	--	--
--	95	--	124	--	--
--	96	120	125	--	--
91	97	--	--	--	--
92	98	--	--	--	--

Il dit avoir fait des pyrometres, abſolument ſemblables, au moyen deſquels il a fait des obſervations dans l'air & dans le vuide, & qu'il s'eſt ſervi de baguettes de mêmes dimenſions. *Juſqu'ici* MUSSCHENBROEK.

Zanichellus dit, que le fer fondu & refroidi, montre des petites particules pyramidales à quatre côtés, dont il a donné la figure.

J'ai vû du fer qui étoit reſté en terre, dans un endroit humide, environ 70 ans : il étoit, comme décompoſé & très-fragile. Dans la caſſure, il reſſembloit à une marcaſſite aquatique, avec des taches brillantes, d'une couleur jaune.

Un morceau de vieux fer, mangé par la rouille, & placé dans le feu ſous la cendre, donne une odeur très-ſubtile de ſoufre, & une flamme très-légere qui dure fort long-temps.

Si on met de la mine de mercure ſur le feu dans un pot, afin que le mercure s'évapore en fumée, on juge, quand la fumée eſt noire, tirant ſur le jaune, qu'il y a de la mine de fer qui y eſt jointe.

Si vous tenez long-temps le fer à un grand feu, il peut, par lui-même, être vitrifié.

Geoffroy a ſoutenu, que par le moyen du feu, on produit du fer nouveau, par le mélange de l'argile, avec l'huile de lin, comme avec l'huile de vitriol ou de térébenthine. Il ajoute que de tous les métaux, le fer eſt le ſeul qui diſſous dans l'eſprit de nitre, par l'addition de l'huile de tartre par défaillance, monte au-deſſus du vaſe, en végétant, en forme d'arbuſte. Il prétend encore que la

différence du vitriol & la couleur noire de l'encre, vient des seules particules du fer, que l'acide du soufre extrait des noix de galles, autres concrets terreux pareils, & des alkalis sulfureux. *De l'Acad. Royale des Sciences.* Voyez *les Actes de Leipsic, année* 1709.

§. XVIII.

De l'élément & des particules du fer, & du vitriol de Mars, dans les eaux des lacs, des fleuves, & des fontaines, suivant différents Auteurs.

JE ne parlerai que des eaux, qui sont imprégnées de fer, sans entrer dans le détail des lacs au fond desquels on trouve de la mine de fer en forme de sable. Il ne sera ici question que des eaux & des fontaines chargées des parties élémentaires du fer; on trouvera plusieurs choses là-dessus, dans le Traité du vitriol : mais comme les eaux, avec du vitriol & du soufre, sont aussi chargées de particules de fer, qui sont leurs premiers éléments, elles méritent à ce titre de trouver place ici.

On se sert des astringents, pour essayer si les eaux contiennent du vitriol de Mars : ce qui fait que la solution est noire ou pourpre, suivant que l'acide du vitriol diminue, ou étend la couleur des particules alkalines. Sur l'essai des eaux, voyez ce qui suit: Il est connu que le vitriol fait avec du fer pur, mêlé à des noix de galles, donne à l'eau une couleur rouge, tirant sur le noir : mais si le cuivre est mêlé au fer, alors la solution est très-noire.

On trouve en Suede plusieurs eaux médicinales & acidules; elles sont presque toutes imprégnées de vitriol de Mars, & ont un goût d'encre : on a fait, sur ces eaux, plusieurs expériences, qu'il seroit trop long de rapporter en entier.

Des Eaux de Passy.

VOUS trouverez dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, bien des choses sur les Eaux minérales, sur-tout sur celles de Passy & d'Auteuil. On conclud qu'elles sont un peu imprégnées d'esprit vitriolique sulfureux, de ce que la noix de galles en poudre, mise dans ces eaux, nouvellement puisées, leur donne une couleur rouge; qui disparoît sur le champ, lorsqu'on lui donne un dégré de chaleur. L'esprit de sel ammoniac, qui a été tiré du tartre calciné, versé dans cette eau, lui donne une couleur laiteuse, & il se précipite un peu de poudre blanche & subtile. De-là, on peut conjecturer que ces eaux contiennent quelque chose de vitriolique, puisque les noix de galles leur donnent la même couleur que le vitriol ferrugineux, sinon que la couleur qui en provient, tire davantage sur le noir. Mais, par la couleur qui part; lorsqu'on l'a fait chauffer, il est aisé de voir, que ce qu'il y a de vitriolique, consiste dans quelque esprit volatil. On conclud encore, que cet esprit n'est pas acide, de ce que l'esprit vitriolique, mêlé à l'eau avec la noix de galles, ne lui fait pas perdre sa limpidité. Ayant distillé au bain-marie sept livres de cette eau, on trouva au fond de la cucurbite environ cinq scrupules d'une terre jaune, composée de fibres brillantes, & de lames assez semblables au talc. Cette matiere, purgée par plusieurs lotions, après que la couleur jaune fut enlevée, ressembloit à de la poudre de talc brillant; mais placée sur un fer rouge; & vûe au microscope, elle avoit perdu son brillant & sa transparence : elle ressembloit alors à du gypse calciné. La poudre jaune & légere, provenue de cette matiere gypseuse, mise dans un autre vase de verre rempli d'eau, se déposa comme un limon jaune : cette poudre ne paroît pas avoir la vingtieme partie de la pésanteur du gypse. Placée sur un fer rouge, elle ressembloit à de la rouille de fer, de façon qu'on a conjecturé, que cette rouille venoit des marcassites ferrugineuses, qui sont en grande abondance en cet endroit· on ne découvrit rien de salin, ni de vitriolique, ni rien de nitreux. Au reste, il est démontré que ces eaux ont un peu de fer & beaucoup de gypse, & qu'elles sont peu utiles.

Eaux de Forges.

LES eaux renommées de Forges, en Normandie, sont imprégnées d'une mine naissante de fer, ou, suivant le langage ordinaire, de parties élémentaires du fer. On en juge par l'effet que font sur elles les noix de galles, & par le sel & le soufre qu'on en retire; elles teignent en verd le suc épaissi de l'iris; l'esprit de sel ammoniac n'en fait rien précipiter: à la distillation, on en tire un peu de sel soufré.

M. *MORIN* a essayé les eaux de Forges, & il a trouvé qu'elles étoient chargées de fer & de vitriol. Il dit qu'il est constant, par les expériences ordinaires, que la solution de vitriol, mêlée à une teinture de noix de galles, noircit dans l'instant, ce que ne fait pas l'esprit du même vitriol : que la même teinture de noix de galles, mêlée à de la limaille de fer, prend la même couleur noire, mais pas si promptement, que si elle étoit mêlée à la solution de vitriol. Lorsqu'on met de la poudre de noix de galles dans l'eau de Forges, elle prend sur le champ une couleur rouge-foncé, qui, en une demi-heure se charge encore plus, jusqu'à ce qu'elle devienne noirâtre; ce qui prouve que

ces eaux ne sont pas chargées de vitriol, mais de particules de fer très-déliées, ou d'une espece d'esprit vitriolique, qui a la nature du fer. Dans cet endroit, il y a trois fontaines, la Cardinale, la Royale, la Reynette. En quatre ou cinq jours l'esprit de vitriol, dont ces eaux sont imprégnées, s'évapore; après ce temps, elles perdent la couleur que l'infusion de noix de galles leur avoit donnée: cette teinture s'évanouit avec l'esprit de vitriol. Ces trois fontaines jettent continuellement de petits floccons de matiere de couleur de rouille; ils sont si légers, qu'au tact on ne les sent pas, sans que l'eau les dissolve, ni qu'ils perdent leur figure; ils ont beaucoup de ressemblance avec le safran de Mars, qui n'est autre chose que de la rouille de fer, faite à la rosée ou à la pluie; la superficie des mines de fer, sur lesquelles ces eaux passent, en est sensiblement rongée: c'est de-là, que ces eaux détachent ces membranes légeres de rouille.

Eaux de Vichi.

GEOFFROY a essayé les eaux de Vichi, & autres. Il a remarqué que celles de Bourbon, mises séparément dans des bouteilles, à la quantité de 18432 grains, après avoir été réduites en vapeurs à un feu doux, laissoient au fond du vase 63. grains d'un certaine matiere terrestre & saline, & que les eaux de Vichi sont plus pesantes, & donnent, en même quantité, le double d'une espece de matiere minérale. Ce résidu n'est autre chose qu'un sel âcre, lixiviel, semblable en tout à celui qu'on tire des plantes, & qui fermente avec tous les acides, qu'il y a quelque chose qui tient du soufre; ce qui se connoît à la lumiere assez sensible & durable, que donne cette matiere saline, si on la met dans un lieu obscur sur un morceau de fer chauffé. Les eaux de Vichi contiennent une plus grande quantité de ce sel, & outre cela quelque portion de sel vitriolique. **BURLET** a aussi examiné les eaux de Bourbon & de Vichi. Il y a sept sources; mais il n'en a essayé que six. L'eau des deux puits des Capucins, est très-chaude. Dans le bassin de la source même, elle paroît obscure & blanchâtre; néanmoins dans un verre, on la trouve assez limpide. Elle a une odeur forte, semblable à celle du soufre brûlé. Au goût, elle est très-salée & désagréable. Elle conserve long-temps sa chaleur. Il avoit un thermometre de 9. pouces de longueur, au-dessus de la phiole. A l'air libre, il étoit à la vingt-quatrieme marque. Plongé dans le grand puits quarré, il monta à 50, & dans le petit à 51. $\frac{1}{2}$. Cette eau, mêlée à une dissolution d'alun & d'esprit de vitriol, a fait une grande effervescence. Avec l'eau de chaux, elle s'est simplement troublée: elle n'a point rougi le papier bleu, & a pris une foible couleur avec la teinture de noix de galles. Elle n'a point changé la teinture de tournesol, & a changé en verd le syrop de violettes. Quatre livres de cette eau évaporées dans un vase de terre, ont donné deux drachmes 60 grains de matiere terrestre. **CHAMEL**, de huit livres de ces eaux, en a tiré cinq drachmes & demie: ensuite, il a mis à évaporer sur des cendres chaudes six drachmes & trente-deux grains de cette eau. Après l'évaporation, il a trouvé une matiere blanche & séche, tant au fond du vase qu'attachée à ses parois. Le poids du vase étoit augmenté de trois grains & demi, d'où il a conclu qu'une bouteille ordinaire de cette eau, contient environ vingt grains de cette matiere. La source de Grille, est moins chaude que celle des Capucins. En y plongeant le thermometre, il a monté à la cinquantieme ligne. Elle a donné à peu-près autant de matiere terrestre: elle a l'odeur du sel lixiviel, & est très-transparente. En sortant de sa source, elle donne des bulles, avec une odeur de soufre fondu; elle conserve sa chaleur, comme celle des Capucins, & on n'a point remarqué de différence entr'elles. La source de Gros-Bullet est tiede, très-limpide, d'une saveur plus piquante que celle de Grille. Son odeur semble participer du fer en quelque chose. La terre sur laquelle coule cette eau, & dans laquelle l'eau même se dépouille, est noire. On a remarqué, que l'aimant attire quelques parties de cette boue desséchée. Par l'infusion de noix de galles, elle prend une couleur forte, & elle se trouble. Une bouteille de cette eau évaporée, a donné dix-huit grains de matiere terrestre plus que celle de la Grille. Elle fermente avec tous les acides. Ces eaux ont rendu la couleur à du papier bleu, passé au rouge par les acides. Le sel, dont les eaux de Vichi sont chargées, est le même dans toutes les sources. C'est un sel alcali minéral, qui dans les eaux thermales est probablement composé de parties volatiles jointes à des parties sulphureuses; cependant l'art n'a pû en tirer aucune partie de soufre. L'Auteur croit avoir découvert du soufre dans le résidu de ces eaux, parce qu'en ayant jetté sur des charbons allumés, dans un endroit obscur, outre le bruit que les parties salines ont fait en décrépitant, elles ont donné quelques fumées bleues, qui, allumées, avoient l'odeur de poudre à canon. Outre cela, ayant conservé pendant quelque temps de ce résidu dissous dans de l'esprit-de-vin, il a vû nâger sur la liqueur quelques particules grasses. Enfin, ce qui est un indice encore plus assuré du soufre, il a jetté cette matiere terrestre bien purgée de tout sel, dans de l'esprit-de-vin. Après quelques jours il a vû sur la superficie une espece de membrane huileuse. Avec le soufre, il y a quelques

particules

particules de fer, sur-tout dans la source de la Grille, du gros Bullet, & celles de Gorgnier. L'aimant en a attiré quelques parties. Ensuite il a essayé l'eau de la fontaine des Buveurs, & celle du petit puits quarré des Capucins; par du papier bleu, de la teinture de tournesol, il a vû que l'ayant laissé pendant une nuit entiere dans l'eau, la couleur n'avoit reçu aucune altération. Il a donné à ce papier la couleur rouge par le moyen des acides; en le mettant dans l'eau le jour suivant, ce papier a recouvré sa couleur bleue, ce qui démontre que ces eaux ne contiennent point d'acide volatil.

Eaux de Carensac.

Lémery a examiné l'eau minérale de Carensac dans le bas Rouergue; il l'a trouvée froide & sans odeur, avec un goût un peu âcre & vitriolique. 12 onces de cette eau évaporées, ont donné 18 grains d'une espece de sel gris tirant sur le blanc, salé, & un peu vitriolique.

Eaux de Pougues.

Les eaux de Pougues dans le Nivernois, n'ont pas par elles-mêmes beaucoup d'acidité, & ne rougissent pas à l'infusion de noix de galles: cependant lorsqu'elles sont fraîchement puisées, elles rougissent par la poudre de noix de galles, & elles sont très-acides. Avec quelques gouttes d'esprit de sel ammoniac, il se fait un précipité blanc & compact. L'eau évaporée, le résidu étoit feuilleté & salé. Dissous dans de l'eau commune chaude & filtrée, il a teint en verd le suc de fleurs d'iris. Il n'a fait aucune effervescence avec l'huile de vitriol, mais seulement un petit frémissement; ce qui a fait soupçonner que cette eau traverse des terres bitumineuses, dans lesquelles néanmoins il y a plus de vitriol que de bitume.

Eaux des bains d'Avignon.

Grisonius a écrit sur ces Eaux, & a observé que fraîchement puisées, elles sont limpides & d'un goût austere. *Mengus* dit qu'elles contiennent plus d'alun que de fer. *Savonarole* a cru qu'elles étoient imprégnées de fer, d'alun & de cuivre. *Baccius* les a de même jugé ferrugineuses & alumineuses. L'Auteur doute qu'il y ait du fer, mais par les expériences suivantes, il veut prouver qu'indépendamment du soufre, il y a du tartre vitriolé: mais il exclut le fer, quoiqu'il soit rare de trouver des pyrites & du vitriol qui n'aient quelque portion de fer. L'eau mêlée à la décoction de noix de galles a pris une couleur jaune & non pas noire. Une portion du dépôt durci, qui se trouve au fond de ces eaux, pulvérisée, & mise dans de l'eau commune avec de la poudre de noix de galles, n'a donné aucune couleur noire à l'eau. Il a mis de l'huile de tartre dans une once de cette eau: elle s'est troublée, mais s'est promptement éclaircie, & a pris une couleur jaune, tirant sur le rouge. Versée dans un vaisseau de terre & desséchée, elle a pris une couleur d'orange mûre & seche, ou de rouille de fer. Cela arrive avec l'eau omphatique de *Mathiole*, mais non pas avec celle des bains d'Avignon, qui, mêlée à l'huile de tartre, a sur le champ pris une couleur blanche comme du lait, jusqu'à ce qu'il se soit précipité une petite quantité de terre blanche. Ensuite il a mis parties égales d'eau dans deux vases de verre: dans l'un il a versé quelques gouttes d'esprit d'urine, dans l'autre quelques gouttes d'esprit de sel; l'une & l'autre ont paru laiteuses, sans être rouges ni jaunâtres, comme il seroit arrivé, à ce qu'il dit, s'il y avoit eu du fer.

A une demi-once d'eau il a mêlé une drachme de chaux vive, & au bout de huit heures l'eau étoit encore blanche: ensuite elle a pris la couleur jaunâtre d'une eau ferrée. Il a mis dans un vase de verre un peu d'esprit de vitriol romain; l'addition de quelques gouttes d'huile de tartre a occasionné une grande ébullition & effervescence, qui étant passée, il s'est précipité une substance saline, de couleur rougeâtre, qui est le fer caché dans cette liqueur. Il a encore mêlé de la poudre de noix de galles à quelques gouttes de cet esprit de vitriol, jointes à une once d'eau commune; aussi-tôt la couleur noire s'est montrée. Ayant sublimé une partie d'une certaine terre jaunâtre de la vallée de Roze dans le territoire de Sienne, qui passe pour ferrugineuse, avec une égale portion de sel ammoniac, le tout refroidi a pris une couleur d'orange mûre & desséchée; ayant trouvé dans la partie concave du chapiteau des particules salines de la même couleur, ce qui n'arrive pas avec le sédiment de l'eau des bains d'Avignon, mais qui donnoit une couleur blanche à la matiere qui restoit au fond, comme à celle qui étoit attachée au chapiteau de l'alambic. L'intérieur de ces matieres étoit roussâtre; & pour mieux s'assurer qu'il n'y avoit pas de fer sur un grain tiré par le feu, il versa de l'huile de tartre, sans que la couleur ait changé; elle devoit cependant en prendre une jaune, ou de rouille. Il est aussi démontré qu'il n'y a point d'alun; car ayant tiré de la teinture de bois de Brésil, mis en menus morceaux, & infusé pendant une nuit dans de l'eau commune, cette teinture, mêlée avec une partie d'alun de roche, dissous dans de l'eau commune, perdit beaucoup de sa couleur rouge, ce qui n'arrive pas lorsqu'on la mêle avec du sédiment de l'eau des bains d'Avignon. Outre cela l'addition d'alun subtilement pulvérisé dans du

vin fait avec des grenades, n'a occaſionné aucune fermentation, ni aucun changement de couleur, au lieu que la poudre du ſédiment de ces bains, mêlé à ce vin, a fait une grande fermentation, avec ébullition & écume. Un peu après le vin fut plus clair qu'auparavant. Ayant fait évaporer une grande quantité de cette eau, il eſt reſté deux onces de ſédiment de couleur fauve-obſcur, appellée *léontine*, d'une ſaveur douce, & un peu ſalée. Si elle tenoit du fer ou de l'alun, on auroit trouvé des parties noires & rougeâtres, proportionnellement aux parties du fer, & des cryſtaux attachés aux parois du verre proportionnellement à la quantité d'alun : car de la diſſolution d'une livre d'alun faite dans un vaiſſeau de chêne avec ſix livres d'eau commune, & laiſſée pendant pluſieurs jours dans ce vaſe, l'eau paſſe goutte à goutte à travers les pores, & laiſſe l'alun cryſtalliſé. Il a obſervé la même choſe dans une portion d'alun de roche diſſoute & laiſſée dans un vaſe rempli d'eau commune; enſuite ſur de l'alun de roche pulvériſé, & mis dans un vaſe de verre, il a verſé quelques gouttes d'huile de ſoufre, ce qui n'a rien donné de nouveau. Après cela, ſur du ſédiment des eaux d'Avignon pulvériſé, il a mis un peu d'huile de ſoufre, & il y a eu une grande fermentation. Par les expériences ſuivantes, il a prouvé qu'il n'y avoit point de cuivre. Il a mis dans l'eau pendant trois jours un anneau de fer poli, lequel ne s'eſt point chargé de rouille. Il a diſſous dans de l'eau tiéde un peu de vitriol de Chypre, dont on peut tirer du cuivre; ayant plongé une lame de fer dans cette eau, ſur le champ la rouille s'eſt manifeſtée. Outre cela, cette eau, par l'addition de quelques gouttes de ſel ammoniac, a pris une couleur bleu *turquin*, comme on l'appelle, ce qui n'arrive pas à l'eau des bains d'Avignon, qui devient laiteuſe par l'addition de l'eſprit de ſel ammoniac. Six livres de cette eau, paſſée par le papier, ont laiſſé ſur le filtre une très-petite quantité de terre blanche, inſipide, & de la conſiſtance du beurre : enſuite, l'eau évaporée à un feu doux, il eſt reſté trois drachmes de ſédiment de la conſiſtance du miel, d'une ſaveur douce, déſagréable ; diſſoutes dans de l'eau commune & évaporées, on a trouvé un ſédiment de la même couleur, ſaveur & conſiſtance ; tenues dans le vaſe de verre pendant deux jours, deſſéchées & calcinées pendant un quart d'heure, elles ne ſe ſont point allumé, ni n'ont point fait de bruit : mais tirées du feu, elles ont donné ſur le champ, même après leur refroidiſſement, une odeur de ſoufre, & au goût une ſenſation de ſel ; ce qui n'arrive pas avant la calcination, parce que les particules ſalines & ſulfureuſes en étoient enveloppées & détenues dans les parties terreſtres. Enſuite il a mis un peu de cette chaux dans une teinture de fleurs d'amarante ; à l'inſtant le rouge a diſparu, & a été remplacé par une couleur jaune foncée. Il a encore éprouvé ſi cette eau, verſée ſur une teinture d'amarante, lui rendroit ſa couleur rouge, & la choſe a réuſſi à merveille. Il a remarqué que l'eau-forte, ni l'eſprit-de-vin tartariſé, & bien déphlegmé, n'ont aucune priſe ſur des morceaux de cette matiere ſulfureuſe & ſaline. Il a diſſous dans de l'eau commune le ſédiment de quinze livres de cette eau évaporée, & a tenu ce mélange pendant trois heures proche le feu, afin que la diſſolution ſe fît mieux; il a filtré par le papier, (ce qu'il a recommencé trois fois), il a trouvé une demi-once d'une terre un peu ſalée, couleur d'ambre gris. Cette eau évaporée au bain ordinaire, a laiſſé un ſédiment de couleur léonine obſcure, de ſaveur ſalée & âcre, preſque comme le ſel marin, qui prenoit un goût doux, à meſure qu'il ſe diſſolvoit davantage dans la bouche. Le reſte du ſédiment ſe durcit beaucoup pendant une nuit, & peſoit environ trois drachmes, avec une ſaveur ſalée. Une demi-drachme calcinée à un feu violent a donné l'odeur de ſoufre, & s'eſt évaporée en peu de temps ; d'où on conclud qu'elle abonde en parties extrêmement volatiles. L'autre partie calcinée à un trop grand feu a fait une forte ébullition : retirée du feu, après un quart d'heure, elle étoit encore d'une ſaveur ſalée. Pulvériſée de nouveau ſubtilement, & diſſoute dans onze onces d'eau commune, pendant une heure, à une chaleur modérée, une once & demie filtrée par le papier, a donné un peu de terre ſalée, de couleur bleu-céleſte. Evaporée derechef à ſiccité, on a trouvé une once de ſel un peu acide, blanc comme le tartre vitriolé. Ces calcinations n'ayant donné aucune odeur fœtide, on conclud qu'il n'y avoit point de ſoufre impur, mais du volatil. Enfin, il dit qu'outre le ſel & le ſoufre, il y a beaucoup de terre *travertine*, ou autre ſemblable, & que le ſédiment du bain eſt compoſé de ces trois matieres : car ce ſédiment, de même que la terre qui a été extraite de l'eau, ou qui reſte ſur le filtre, bouillonne & fermente par l'addition de l'huile de ſoufre, qui eſt preſque privé de ſon acidité : mais dans cette terre il n'y a point de parties âcres cachées, comme dans celle de *travertine*. On découvre en quelle proportion ſont le ſel & le ſoufre dans l'eau des bains d'Avignon, en ce que neuf livres de cette eau diſtillée juſqu'à ce qu'il n'en reſte qu'une livre & demie, qui filtrée a donné preſque onze drachmes d'une terre inſipide, couleur d'ambre gris. L'eau filtrée, étant enſuite évaporée, a laiſſé cinq ſcrupules d'une

matiere mielleuse, qui, étant calcinée, n'a donné qu'une demi-drachme, ayant perdu trois scrupules & demi de ses parties volatiles & épaisses. Il a encore dissous ce résidu dans deux onces d'eau; après la filtration, il est demeuré sur le filtre quinze grains d'une terre insipide de couleur bleue. L'eau évaporée au bain accoutumé, il est resté vingt grains semblables au tartre vitriolé, tant par la saveur que par la couleur.

Fontaine de Lauchstad.

Voici ce qu'*Hoffmann* nous en a dit. Elle jettoit sur ses bords de l'ochre jaune: mise dans un verre, elle étoit un peu trouble, & laissoit sur la langue une saveur martiale & vitriolique. La poudre de noix de galles lui donnoit une couleur pourpre. Il a cherché à connoître sa pesanteur par un hydrometre de son invention. Il a remarqué qu'au sortir de la fontaine, elle surpassoit le poids de l'eau de pluie, & que portée à la maison, elle étoit plus légere. Il y joignit de l'esprit de vitriol & de nitre, qui n'occasionnerent aucun mouvement; ce qui n'arrive jamais lorsque l'eau est imprégnée de l'élément qui donne la nature aux matieres alkalines. Il a ajouté une solution de mercure sublimé: il n'en est point résulté de teinture rouge, jaune, ou laiteuse, comme auroit fait l'alkali fixe, ou combiné avec un acide ou un élément volatil. Il a ajouté de la solution de Mars sans qu'il soit arrivé de changement. Cette solution, lorsqu'elle produit de petites fleurs jaunes, ou qu'elle donne une couleur noire, est l'indice d'une matiere calcaire & astringente. Outre cela il y a mis des gouttes d'huile de tartre par défaillance, ce qui n'a occasionné aucune ébullition; cette addition a seulement un peu troublé sa transparence, & a fait soulever quelques fleurs légeres à cause du subtil élément terreux qui étoit dans l'eau. Enfin, il a ajouté de l'infusion de noix de galles qui a donné une teinture brune foncée: cependant il n'en est rien sorti qui puisse servir d'indice assuré que l'eau contenoit un principe martial: mais il a mieux reconnu l'élément du fer en ce que les chemises des baigneurs étoient tachées de jaune, & que la coque des œufs qu'on y mettoit, prenoit la même teinture. L'élément du fer se manifestoit sur-tout par cette terre bolaire rouge, qui non-seulement s'attache aux parois des canaux, par lesquels l'eau coule, mais encore qui se dépose & se recueille abondamment au fond du réservoir de pierre, dans lequel on tient l'eau pendant l'hiver. Cette terre n'est autre chose qu'une vraie terre sulfureuse martiale, & un vrai safran de Mars, ainsi qu'il l'a démontré par les expériences suivantes. Il a pris deux onces de cette terre lavée, privée des parties les plus grossieres de sable; il les a séchées dans un creuset. Au bout d'un quart d'heure cette terre a pris une couleur grise de fumée. Le feu augmenté, & calciné plus fortement, elle a commencé à rougir, & a formé un véritable safran de Mars. Après l'avoir laissé refroidir, il l'a tirée du creuset; & en lui ajoutant seulement la moitié de son poids de sel ammoniac, il l'a remis à un feu convenable: il en a retiré des fleurs très-blanches du poids de quatre scrupules. Sur ces fleurs il a versé de l'esprit-de-vin très-rectifié; il a obtenu une magnifique teinture martiale, qu'il a employée, soit seule, mieux encore avec des essences ameres pour fortifier l'estomach. Outre cet élément martial, il a reconnu que cette eau avoit encore le principe commun à toutes les eaux minérales, que la Médecine emploie avec succès, c'est-à-dire, le soufre subtil, & cet esprit éthéré, dont plusieurs phénomenes démontrent la présence. Il a déja fait voir ci-dessus par son hydrometre que cette eau, nouvellement puisée, a une gravité, qui disparoît par le mouvement & le contact de l'air. Cette eau mise dans un vase de verre, ou pour le mieux, d'étain, placé sur des charbons allumés, jette beaucoup de bulles, dont une grande partie s'attache au fond & aux parois du vase. Ces bulles ne sont autre chose que des parties éthérées, très-subtiles, que l'eau contenoit. Outre cela on tire une preuve de la présence de ce subtil élément par la vapeur légere qui sort de ces eaux; au point que si l'on en inspire trop abondamment, la tête en est engourdie, & comme endormie. C'est par la même raison qu'elles ne gelent point par les plus grands froids, & qu'enfermées dans une bouteille bien bouchée, elles se conservent très-long-temps.

Il y a encore eu d'autres expériences de faites sur les eaux de Lauchstad; avec la solution d'alun, d'abord il ne paroît aucun changement: mais ensuite il s'éleve quelques bulles. Avec la solution de lune, elles prennent une couleur d'opale qui tourne au rouge. Nul changement avec la solution de mercure, ni avec l'esprit de vitriol ou de nitre. L'huile de vitriol par défaillance produit des flocons blancs, qui surnâgent. Avec la dissolution du cuivre jaune par la chaux vive, elles prennent une couleur verte, sans perdre leur transparence. Par la solution du soufre, par la chaux vive, il se fait un précipité gris-noir. Avec la solution de noix de galles, elles prennent une couleur rouge tirant au noir. Enfin, avec la solution de gomme lacque, elles tournent un peu au rouge.

Eaux thermales de Carlsbad.

Berger, en se proposant de chercher la

matiere & la nature de ces eaux ; prétend qu'il faut d'abord examiner les différents fossiles de cette contrée, persuadé que leur chaleur vient de la pyrite, du fer, d'un certain sel nitreux, de la pierre calcaire, qu'on appelle *gypse*, & sur-tout des mines qui y abondent. Dans environ une livre d'eau, sortant de la fontaine, si vous jettez deux ou trois grains de poudre de noix de galles, aussi-tôt l'eau rougit, & par l'addition de l'huile de tartre par défaillance, elle devient toujours laiteuse : elle se mêle sans trouble avec le salpêtre & le sel commun. Avec le sel ammoniac, le sel volatil se dégage : avec la solution de vitriol, elle fait effervescence. Une livre d'eau évaporée a donné un sédiment blanc d'une demi-drachme ; & en retirant la solution, on obtient environ vingt-cinq grains crystallisés de saveur nitreuse. L'Auteur montre ensuite, qu'en général ces eaux contiennent quelques petites portions de sel de nitre, de gypse, de pyrites sulfureuses & ferrugineuses, & ce, dans la proportion suivante : Pour une livre d'eau, au moins vingt grains de sel, 4 ou 5 de gypse, & un peu moins de pyrites : quant à l'espece du sel, il croit que le sel nitreux des bains chauds, est le sel mural, *Aphronitrum*.

Non loin de-là, dit-il, il y a des minieres d'alun qui donnent une grande quantité de pyrites. La pierre, qui se trouve dans les canaux, est rouge comme de la brique : c'est du fer venu des pyrites. Si on calcine, & qu'on pulvérise cette pierre, en versant dessus de l'eau, & remuant le vase, on verra se précipiter une poudre pesante, brillante & ferrugineuse, & surnâger une poudre rouge & brillante. Il dit que l'aimant a attiré cette poudre, qui y restoit attachée, comme de la limaille d'acier. En jettant de la poudre de noix de galles dans cette eau chaude, sur le champ elle prend une couleur rouge, comme il arrive à une infusion de noix de galles, dans laquelle on jette de la limaille de fer : cette couleur part, si on fait chauffer l'eau. La poudre des noix de galles tombe au fond; elle est d'abord d'un verd désagreable, à cause de la jonction de l'ochre, qui est un peu rouge, ce qui dure quelques jours : mais cette couleur passe à celle de l'or, ou à celle du succin. Ces eaux étant refroidies, si on y jette de la poudre de noix de galles, on ne voit aucune nuance de pourpre : mais petit-à-petit l'eau se trouble ; ensuite elle s'éclaircit, & laisse tomber au fond une matiere couleur de lait. En la laissant une nuit dans cet état, d'abord elle passe au verd, ensuite à la couleur d'or. Si vous faites chauffer une seconde fois ces eaux, les noix de galles ne leur donnent plus de couleur pourpre : mais successivement & dans le même ordre que ci-dessus, elles acquierent une couleur blanche, verte & jaune. Qu'elles soient froides ou chaudes, l'huile de tartre, par défaillance, ou autre sel semblable, les rend, sans effervescence, laiteuses comme une émulsion. Elles teignent en verd le syrop de violettes, & le suc de choux rouge ; exaltent la teinture rouge du bois de Brézil ; rétablissent la couleur bleue du tournesol, passée au rouge par les acides ; précipitent le mercure sous une couleur dorée, & se mêlent, amicalement, avec la solution du sel commun, l'esprit de sel ammoniac, & les autres esprits volatils. Enfin, elles dégagent l'or de l'eau régale, fermentent avec tous les acides, & jettent beaucoup de bulles qui durent long-temps. Les esprits de soufre & de vitriol, leur donnent une saveur, semblable à celle des acidules, sans rien changer à leur couleur. Réduites à moitié, par la distillation, elles rendoient une odeur âcre, volatile & sulfureuse, si considérable, & dont on on étoit si frappé, qu'il n'étoit pas possible de la soutenir. Le sédiment étoit blanchâtre, avec quelques taches rougeâtres, jaunes, de saveur alkaline & salée, sans nulle odeur, faisant grande effervescence avec les acides. A l'approche de l'aimant, il a donné quelques particules ferrugineuses. Délayé dans de l'eau pure & filtré, il a donné un sel alkali fixe, nitreux, strié, & en plumes, partie de couleur blanche, partie jaune clair. Dissous une seconde fois, on a obtenu une odeur agréable de violette, comme la lessive de sel de tartre, & de nitre fixé. La liqueur évaporée convenablement, le sel étoit plus pur & mieux crystallisé : il paroissoit sous la forme de fils longs & fins de nitre, mêlés avec les cubes du sel marin. Il avoit une saveur pénétrante, alkaline, salée, avec une certaine amertume nitreuse, refroidissante, laissant sur le filtre une poudre blanche, de la même nature calcaire que celle qui nâge dans les eaux des bains, & dans les solutions des tufs calcinés. Il est à remarquer, que ces sels donnoient les mêmes phénomenes que les eaux mêmes avec le syrop de violette, le mercure sublimé ; que même ils réussissoient mieux. Ils faisoient aussi une grande fermentation avec tous les acides, & une si furieuse avec l'esprit de vitriol, que le vase en étoit échauffé. On obtient un sel neutre, semblable au nitre vitriolé, ou à l'*arcanum duplicatum*, en joignant ce sel à l'acide du vitriol, ou du nitre à la terre foliée du tartre, en faisant le mélange par l'acide du vinaigre. Il fermente aussi avec la solution du vitriol, d'où il résulte, par la séparation de l'ochre, une espece de nitre vitriolé ; mais il fermente plus vivement, avec la dissolution d'or dans l'eau régale ; il précipite l'or fulminant : & si au lieu de sel de tartre, on ajoute deux parties de soufre, & trois de salpêtre, il donne une poudre fulminante. Ce même sel, placé sur une barre de fer rouge, fond sur le champ; il

il s'enfle & forme des bulles ; lorsqu'il est calciné, il donne quelque chose d'un sel alkali blanc, avec l'amertume ordinaire : si on le remet fermenter avec les acides,& qu'on l'expose de nouveau à un fer rouge, il ne fond pas ; mais il décrépite & saute. BERGER.

Eaux de Prudel, aux environs de Carlsbad.

DEUX livres d'eau évaporées ont laissé une drachme de matiere, qui a donné un scrupule & 8 grains de sel,avec 15 grains de terre. La solution d'alun ne faisoit pas beaucoup de précipité : celle de lune la rendoit laiteuse, pour passer ensuite à la couleur bleue. Elle devenoit laiteuse par la solution du sucre de Saturne, & se précipitoit sur le champ. Par la solution du vitriol de Mars, on avoit un précipité verd pâle, faisoit grande effervescence par l'esprit de vitriol, moins grande par l'esprit de nitre. L'huile de tartre par défaillance, donnoit des fleurs blanches : la chaux vive faisoit un précipité.Par la solution du cuivre jaune, avec la chaux vive, il se faisoit un précipité blanc, mais en petite quantité; devenoit laiteuse, par la solution du soufre, avec la chaux vive, & se troubloit; par la solution du soufre, avec le sel de tartre, prenoit une couleur jaune trouble : avec la solution de noix de galles, point de changement; avec le syrop de violette, jaunissoit.

Acidules chaudes aux environs de Prudel.

L'EAU, par la solution d'alun, blanchissoit; par celle de lune, devenoit laiteuse; ensuite prenoit une couleur bleue d'amétiste:au fond, il se précipitoit des flocons blancs blancs. Par la solution du mercure sublimé, il n'arrivoit aucun changement. Par celle du sucre de Saturne, elle devenoit laiteuse, & se précipitoit promptement : par l'esprit de vitriol faisoit grande effervescence, & très-peu par l'esprit de nitre. Par l'huile de tartre par défaillance., devenoit laiteuse, ensuite se précipitoit sous une forme blanche : étoit troublée par l'eau de chaux vive, ensuite se clarifioit. Par la solution de cuivre jaune, avec la chaux vive, il se précipitoit quelque chose de blanc. Par la solution du soufre, avec la chaux vive, elle prenoit une belle couleur d'opale. Par la solution de soufre, avec le sel de tartre,elle prenoit une couleur jaune-blanchâtre, & il se précipitoit peu de chose. Avec la solution de noix de galles, il ne se faisoit aucun changement: le syrop de violette est resté bleu.

Eaux d'Egra.

DE trois livres & demie d'eau évaporées, il est resté une drachme deux scrupules, lesquels étant séparés, on a eu quatre scrupules trois grains de sel, & dix grains d'ochre. Cette eau fermentoit avec la solution d'alun, & demeuroit blanche avec des flocons épais; la solution de mercure sublimé blanchissoit un peu, avec écume & pellicule ; devenoit laiteuse avec la solution de sucre de Saturne, & s'éclaircissoit promptement ; avec la solution de vitriol de Mars, se précipitoit en poudre blanche, avec les couleurs de l'arc-en-ciel ; avec la solution de Vénus, se précipitoit en blanc, tirant sur le verd ; fermentoit médiocrement avec l'esprit de vitriol : s'échauffoit peu avec l'esprit de nitre. Avec l'huile de tartre, par défaillance, donnoit un précipité blanc ; avec l'eau de chaux vive demeuroit limpide; avec la solution de cuivre jaune, par la chaux vive, noircissoit, & donnoit une odeur d'œufs pourris; avec la solution de soufre, par la chaux vive, il se faisoit un précipité blanc, dont le dessus étoit noir : avec la solution de noix de galles, d'abord elle étoit jaune, ensuite, par différentes nuances, elle prenoit la couleur de rouge-brun, & verdissoit avec le syrop de violette.

Acidules à Klein Engstinger.

PAR la solution d'alun, cette eau a pris, à la longue la couleur d'opale ; enfin, il s'est fait un précipité en forme de flocons ; par la solution de lune a un peu fermenté, mais a pris des teintes de rouge par dégrés, & a rougi entiérement ; avec la solution de mercure sublimé, elle est restée limpide, ayant néanmoins une espece de pellicule ; avec la solution de sucre de Saturne, elle a pris sur le champ la couleur d'opale opaque, & il s'est fait un précipité ; avec la solution de vitriol de Mars, d'abord nul mouvement, à la fin un précipité; par la solution de Vénus, elle devenoit enfin d'un verd-céladon ; par l'esprit de vitriol, faisoit effervescence avec bulles ; fermentoit peu avec l'esprit de nitre ; par l'huile de tartre, par défaillance, se troubloit, ensuite s'éclaircissoit, & se retroubloit, si on y en ajoutoit de nouveau ; par la solution de soufre, par la chaux vive, à la longue, elle prenoit une couleur jaune, & il se faisoit enfin un précipité blanc, avec mauvaise odeur ; par la solution de soufre, par le sel de tartre, elle jaunissoit lentement, & enfin blanchissoit;par la solution de noix de galles, elle est devenue obscure par dégrés, avec pellicule ; a verdi avec le syrop de violette: avec la solution de gomme lacque, a d'abord été limpide, a enfin passé au rouge.

Fontaine de Tschagun.

VICARIUS, dans son nouveau Traité des Eaux, parle aussi de la Fontaine de Tschagun. Il dit que dans le dessus de cette Fon-

taine, il y a deux mines, une de soufre, l'autre de vitriol; que l'eau puisée & mise dans une bouteille, donne une odeur acidule, mais qu'elle laisse à peine sur la langue quelques indices d'âcreté, & que prise au-delà de la mesure ordinaire, elle excite l'appétit; qu'à l'endroit où la Fontaine jette, il s'est déposé une quantité de terre rouge bolaire, ou jaune tirant sur le rouge; que cette eau n'est point propre à faire vivre les poissons, ni à cuire les légumes qu'elle durcit: elle coagule le lait. Chaque once de cette eau, donne presque deux grains de matiere minérale. Distillée à la maniere des Anciens, elle donne un vrai phlegme insipide, & inaltérable par tous les autres liquides. Le *caput mortuum* est aussi insipide. Evaporée, elle a donné de petits crystaux pointus insipides, qui n'ont fait effervescence, ni avec les alkalis, ni avec les acides. Ils ont cependant été dissous par les acides, mais sans bruit. A la longue, l'eau a été troublée par l'huile de tartre par défaillance, & l'esprit d'urine, avec un précipité presque blanc, semblable au précipité qu'on obtient ordinairement du vitriol blanc: les acides spiritueux, ni les dissolutions de nitre, de sel commun & d'alun, ne l'ont point troublée.

Fontaines de Spa.

Parmi les Fontaines de Spa, celle qu'on appelle *Geronster*, à cause du fer, soufre & du vitriol, est fort chargée de mine de soufre & de fer. On remarque que l'eau des quatre Fontaines de Spa, mise dans un vase de terre, montre à sa superficie une matiere huileuse de plusieurs couleurs, comme l'arc-en-ciel: cette matiere ressemble à un succin liquide par son odeur, & par l'inflammabilité que le soufre, qui y est contenu, lui donne. Elles ont aussi cela de commun, que leurs réservoirs & canaux sont teints de rouge ou de jaunâtre, ce qui vient d'une miniere de fer ou de crayon rouge. Outre cela, elles font mourir les grenouilles & les petits poissons qu'on y jette: ce qu'on n'a pas encore éprouvé avec de gros poissons.

Ces eaux ont une saveur acide & ferrugineuse: par l'addition des noix de galles, elles prennent la couleur de vinaigre rouge; l'esprit de sel ammoniac n'y fait point de précipité: après la distillation, il reste une poudre, comme de la rouille de fer, dont on tire du sel martial.

Eaux de Provins.

Guire, dans son Traité des Eaux minérales, parlant de celles des Provins, dit qu'elles ont la même saveur que celles qui ont servi à éteindre le fer des Ouvriers. Il a remarqué que les différents sédiments de ces eaux étoient teints, suivant les différents degrés de chaleur qu'ils avoient essuyés: les uns paroissant rouges, d'autres jaunes, & quelquefois noirs. Ayant exposé pendant deux jours cette matiére ferrugineuse au soleil, elle est restée molle, comme une argile détrempée dans de l'eau: mais desséchée au feu, elle avoit l'odeur du fer. Lorsque cette mine est molle, & qu'on la détrempe dans de l'eau, elle ressemble à de la lie d'huile. Lorsqu'on l'expose long-temps à l'air, elle se durcit & se granule: & ces grains ne donnent aucune qualité à l'eau.

Eaux minérales d'Ilmington.

Derrham, écrivant des eaux d'Ilmington, pense qu'elles tiennent du vitriol de Mars, parce qu'elles sont d'une couleur fort pâle, & que mêlées avec le syrop de violette, elles prennent un couleur verte. Avec la poudre de noix de galles, elles acquierent une couleur, tantôt pourpre, tantôt noire. La seizieme partie d'un grain de noix de galles, a donné à une pinte d'eau, une couleur presque pourpre, que l'addition de la huitieme partie d'un grain de noix de galles, a rendu aussi foncée & brillante que du syrop de roses rouges, délayé dans de l'eau. Une plus grande quantité a donné une couleur obscure, & presque noire comme de l'encre. Cette eau, dans un temps sec, pese à-peu-près une demi-drachme, plus que l'eau commune: mais par un temps humide, l'ochre étant déposé, leurs poids étoient égaux: d'où il conclud, qu'il est bien difficile de trouver le poids juste de l'eau des fontaines. Par la comparaison qu'il en a faite avec les eaux alumineuses, il conclud qu'elles ne tiennent point d'alun. Les eaux alumineuses font cailler le lait, ce que ne fait pas l'eau d'Ilmington. Quelquefois le sédiment qui se trouve dans le bassin de ces eaux, est noir, comme celui des eaux imprégnées d'alun; ce qui feroit croire qu'elles en contiennent, si elles faisoient effervescence avec les esprits urineux, par exemple, de corne de cerf, pendant que la poudre rougeâtre, que ces eaux laissent après l'évaporation, ne fermente qu'avec les acides: cette poudre paroît aussi être fort différente du nitre. Partie de ces eaux passe entiérement à la distillation, comme une liqueur insipide, & sans odeur de soufre; partie donne un sédiment, qui, placé sur un fer rouge donne une flamme, semblable à celle du soufre commun. Pour ce qui regarde la pellicule onctueuse, qui se ramasse sur la superficie de ces eaux, lorsqu'elles ont été en repos pendant un temps, & l'odeur fœtide qui en exhale, il ne l'attribue pas tant au soufre commun, qu'à la putréfaction des principes du soufre, un peu exaltés par le minéral qui y est joint. Des changemens que les noix de galles

occasionnent à ces eaux, il conclud qu'elles sont vitrioliques : & comme on en obtient une ochre, qui tient plus du fer que du cuivre, il infere que ce vitriol est un vitriol de Mars. Pour le prouver, il ajoute 1°. que ces eaux laissent sur la langue la même impression que l'eau commune, imprégnée de vitriol de Mars; 2°. que cette eau factice & celle de la fontaine ont pris une couleur de pourpre, par l'addition d'une très-petite quantité de noix de galles, avec cette différence, que la couleur pourpre de l'eau naturelle, tendoit plus au rouge, & celle de la factice au violet; ce qui venoit de l'ochre rougeâtre, dont la naturelle étoit imprégnée : il fait tous ses efforts pour prouver qu'elles ne contiennent pas d'autre matiere. 3°. L'une & l'autre, par une plus grande quantité de noix de galles, ont pris une forte couleur d'encre : leur a rendu leur transparence, par l'addition d'un acide, & leur a redonné la couleur d'encre, par l'addition d'un alkali. 4°. L'une & l'autre caillent le lait. 5°. Elles donnent toutes les deux peu de précipité, par l'huile de tartre par défaillance. 6°. La terre rouge, laissée après l'évaporation, de même que l'ochre, qui se dépose de lui-même, font effervescence avec écume & fumées, par l'addition de quelques gouttes d'esprit de vitriol & de nitre, comme il arrive au vitriol de Mars par l'esprit de nitre : ce que ne fait pas l'esprit de vitriol, parce que dans ce vitriol de Mars, le fer est plus parfait que dans l'eau minerale, où il est saturé par un acide. 7°. Le sel tiré de la terre qui reste après l'évaporation, a une couleur pâle & une figure irréguliere, & a produit les mêmes effets que le vitriol de Mars.

Bains de Pise.

Zambeccari, pense que dans les bains de Pise, il y a du sel commun, du nitre, du talc, du gypse, ou de la terre blanche, & du vitriol mêlés ensemble. La chaleur au trentieme dégré du thermometre, est, par la chaleur du bain, montée au trente-sixieme, qui est le même que celui de la canicule & du corps humain. 2°. L'eau a la transparence du crystal. 3°. Elle est presque insipide, n'excitant aucune nausée quand on en a bû. 4°. Distillée dans des vaisseaux de plomb, & mêlée à la solution de mercure sublimé, ou à l'huile de tartre, elle donne une couleur de lait tirant sur le jaune, si l'on emploie une solution de vitriol dans de l'eau commune. 5°. A la distillation, chaque livre d'eau fournit un sédiment, du poids d'un denier, qui s'attache, partie au fond, partie aux parois du verre, sous la forme d'un voile blanc, ou couleur de gypse, dans lequel on voit des filaments, en maniere de crystaux 6°. Avant que ce sédiment fût totalement desséché, il avoit la saveur d'un sel piquant, qui, s'évaporant aisément, reste insipide. 7°. Avec l'esprit de nitre, il fait la même effervescence, que l'huile de tartre avec le même esprit. 8°. Ce sédiment dissous dans de l'eau de vitriol, passe du verd clair au verd obscur, & jaune foncé. 9°. Mêlé à la noix de galles, il prend une couleur verte obscure, avec un précipité couleur de cendres, comme du gypse, qui même délaye la teinture de noix de galles. 10°. Ce sédiment édulcoré & privé de ses sels, a produit les mêmes effets. 11°. Il est précisément la même chose que le gypse, qui se trouve dans le voisinage de ces bains, & que la nature emploie à former ces eaux thermales. 12°. Ses fils menus & brillants viennent du talc, qu'on appelle ordinairement *specchio d'asino*, *miroir d'âne*, qui est très-abondant dans les les environs. 13°. En filtrant l'eau, qui a édulcoré ce sédiment, jusqu'à l'insipidité, on a obtenu du sel gemme ou sel commun, qu'il a été aisé de reconnoître au goût & à sa figure cubique. On a aussi trouvé du sel de nitre, reconnu par ses crystaux héxagones, & une certaine saveur piquante & rafraîchissante. Il conclud que ce qui s'attache aux parois, & ce qui est au fond en forme de fils entrelassés, est peut-être la matrice du nitre, avec ses prismes héxagones. 14°. Cette eau a une force singuliere. Elle donne au linge blanc une couleur, entre le jaune & le rouillé, comme feroient des eaux vitrioliques. Les pierres mêmes qui sont au fond du bain, se chargent de cette couleur. 15°. Autour des murs, qui sont à fleur d'eau, il y a une espece de substance de couleur de vitriol, & d'une saveur austere & stiptique. 16°. Enfin, il y a une matiere onctueuse qui surnâge, & qui, répandue sur la terre, la rend extrêmement glissante. Il croit que le sel de ces eaux thermales est inflammable, parce qu'il est composé d'une espece d'huile de soufre ou de bitume, semblable à l'huile de pétrole, ou autre huile de cette nature.

Le même Auteur décrit encore les bains de Pise du Mont-S.-Julien. Le premier *bagnetto*, s'appelle, *petit bain* : il a fait monter la chaleur d'un thermometre, divisé en 50 dégrés, au 37e. Le second bain chaud, *bagno caldo*, à 39. Le troisieme autrement, le grand bain, *bagno grande*, ou bain pour la galle, à 37. Le quatrieme, appellé *le petit puits du grand bain el pozzetto del bagno grande*, au 37e. dégré. Le cinquieme & le sixieme bain du Duc & de la Duchesse, *de Duccii*, *de la Duccia*, l'un pour les hommes, & l'autre pour les femmes, au 36. Le 7e bain de la Reine, à 40. Le 8e, la source de ce bain au 37. Le 9e bain pour les nerfs, au 34 dégré. Le 10e bain pour la teigne, au 36e.

Comment feroit-il possible qu'il y eût entre tous ces bains beaucoup de différence, puisque les matieres qui les forment sont presque les mêmes? A cela près, que ces bains ne contiennent point de crayon rouge, ni de talc, ils sont semblables aux autres bains, & leurs eaux ont du sel commun, du nitre, du vitriol, du bitume, du soufre, du gypse, qui se trouvent abondamment dans le Mont-S.-Julien: elles donnent l'odeur du soufre, mais légerement, & sans offenser l'odorat. Dans leurs canaux, le sel de nitre se crystallise. Il fait effervescence, avec chaleur, avec le cuivre jaune. Il se détache du fond & des parois des vaisseaux qui contiennent de ces eaux, une certaine onctuosité bitumineuse qui surnâge, dont le résidu, obtenu par le feu, & mêlé à l'huile de tartre, ne fait aucune effervescence, & ne jette ni bulles, ni écume: ce qui fait décider que dans ce mixte, il n'y a point d'alun. Cette eau mêlée avec de l'eau de vitriol, prend une couleur jaune, mais plus foncée, lorsqu'on emploie l'eau du petit puits. Elles blanchissent avec la dissolution du sublimé. Mêlées à la solution de noix de galles ou d'alun, leur couleur ne change pas. L'huile de tartre & l'eau-rose les rendent laiteuses. Les sédiments de ces eaux, different par la quantité. Treize livres du petit puits du grand bain, ont donné treize deniers. Pareille quantité du bain de la Reine, cinq seulement. Tous ces sédiments, excepté ceux du petit puits, sont insipides: on y découvre à peine quelques vestiges de sels, pendant que ceux du petit puits sont salés, mais d'un sel très-soluble dans la bouche, & peu piquant. Ce sédiment du petit puits donne à l'eau de vitriol une couleur jaune très-vive. Dissous dans de l'eau, avec du sublimé, il prend une couleur blanchâtre, & passe au verd par la teinture de noix de galles: ce qui est une grande preuve qu'il y a du vitriol.

Il y a une partie de soufre en dissolution dans le bain pour les nerfs, ce qui se reconnoît en ce que l'eau donne à l'argent une couleur d'or, comme les eaux de Bath en Angleterre. Le tartre qui s'attache au Bain du Duc, est de deux especes. L'une compacte & fixe est parfaitement semblable au tartre du vin; l'autre est très-légere, & se montre sous la forme d'une vapeur qui s'est élevée de l'eau, & qui ensuite s'est rassemblée sur la superficie, sous la forme d'une matiere composée de fils très-déliés, aisés à réduire en poussiere, avec une légere saveur de nitre: cette poudre, mêlée à l'eau commune, est excellente pour laver les ulcères, & en ôter l'inflammation.

Aquæ Blandulæ. Eaux.

VALISNERIUS, ayant fait évaporer au soleil de ces eaux, dit qu'il trouva au fond du vase un sédiment noir, gluant, tendre, & semblable, par le goût & la couleur, aux fleurs de casse; il frappoit la langue d'une acidité agréable; il ne s'est point durci au soleil mais est toujours resté un peu mou: de-là il conjecture que ce sédiment pouvoit être composé de bitume balsamique, & de fleurs de vitriol.

Eaux dans le Modénois.

VALISNÉRIUS dit que ces eaux sont si chargées de parties vitrioliques, qu'elles teignent en noir les linges blancs qu'on y plonge: cependant elles sont limpides, sans saveur, donnant une couleur jaune à la terre, & aux herbes qu'elles touchent. Il surnâge une matiere légere comme une toile fine, avec toutes les couleurs de l'arc-en-ciel, qui, séchée, imite une poussiere d'or. La boue du fond est très-noire, & utile pour la teinture. Les paysans se servent de ces eaux pour teindre en noir des toiles, des laines, après avoir employé quelques préparations préliminaires, afin que la couleur pénetre plus profondément.

Fontaine de même qualité dans la Westrogothie.

EN Westrogothie il y a une espece de réservoir d'eau, comme un petit lac, qui reçoit les eaux de trois fontaines qui sont proches les unes des autres de 7 à 9 pieds. La premiere donne de l'eau douce & sans saveur; la seconde, de l'eau un peu vitriolique: & la troisieme, de l'eau extrêmement vitriolique, ce dont il est aisé de se convaincre par l'abondance d'ochre & de crayon rouge qu'on peut recueillir autour de ses bords, & sur le terrein que ses eaux arrosent. Toutes ces fontaines se mêlent & se rassemblent en un endroit dont la terre du fond est noire. On l'emploie à teindre en noir les habillements; elle leur donne une couleur noire & luisante: mais il faut auparavant quelques préparations, comme pour les eaux du Modénois, dont nous venons de parler.

Fontaine de Lælius.

GRATIEN, de Bergame, a parlé de cette fontaine, & l'a examinée. Les eaux en sont transparentes comme du crystal, avec une odeur de soufre & de fer, & une saveur qui excite sur la langue un picotement agréable. Au tact, outre leur fraîcheur, on y sent une certaine aspérité, comme si on y avoit dissous du cuivre jaune ou du nitre. Leur poids est plus léger que celui de l'eau commune, ce qui a été reconnu avec le secours de

de l'aréometre & de la balance. Ensuite après les avoir éprouvées par les couleurs, il les a soumises à l'évaporation, au desséchement, à la putréfaction, à la distillation. Il n'a découvert autre chose qu'un certain esprit subtil, pénétrant, acide, très-dissoluble, & une mine de fer décomposée, & se précipitant par elle-même; tous effets que le vitriol a coutume de produire.

Des Fontaines & Bains d'Italie.

BACCIUS en fait l'énumération, & dit qu'une bonne partie de la Campagne de Rome, & de la terre de Labour, dans le Royaume de Naples, est couverte d'une poudre noire, seche, semblable à la mine du fer, de façon qu'il est difficile d'y trouver des eaux pures. Elles sont presque toutes ou acides, ou salées, ou d'un goût ferrugineux. Dans le territoire de Baïes, il y a plusieurs mines de fer. Autrefois on les connoissoit sous le nom du *soleil* & *de la lune* qu'on leur avoit donné.

Le bain d'Avignon dans le Siennois, est d'une nature ferrugineuse, & les matieres qui s'attachent à ses canaux montrent de la rouille, tantôt durcie, tantôt visqueuse, verte, & livide.

L'eau de Ficuncella est médiocrement chaude, & très-limpide, sans odeur désagréable: elle a seulement un petit goût ferrugineux & sec. Elle abonde en fer, qu'il est aisé de découvrir par le goût & la rouille, ou par l'ochre qui se dépose par tout où cette eau passe.

L'eau du bain de Buxo est également chaude, mais moins piquante & moins efficace que celle ci-dessus. Elle a beaucoup de fer, avec un peu d'or, à ce qu'on croit.

L'eau du grand Bain, & celle de Saint George, participent, à ce que l'on croit, du fer & du cuivre, ce qui fait que le sédiment est verd, & que séché au soleil, il noircit.

Il en est de même des eaux de Caldanelle & des bains appellés de *Rusellis*, dont la derniere est plus claire & moins chaude. Etant refroidie, elle est si agréable qu'on ne la prendroit jamais pour de l'eau minérale. On la boit avec plaisir lorsqu'elle est mêlée avec le vin.

Une des meilleures de toute l'Italie, est celle de Villa dans le territoire de Lucques: elle est sur-tout imprégnée de fer. L'eau est claire & chaude, quoiqu'on y apperçoive une espece de couleur de fer, avec un goût ferrugineux & stiptique; ce que la boue qui se trouve aux environs des bains confirme bien, puisqu'elle est de fer pur, mêlée de quelques particules d'une pierre alumineuse, ce qui lui donne un goût stiptique.

Les eaux de Caldanæ, dans le Pisan, sont chaudes & composées de mines de fer & d'alun. L'eau des bains de la Reine, dans le territoire de Pise, participe aussi du fer & de l'alun.

L'eau du bain Cardinal, dans le Véronnois, est sur-tout imprégnée de fer, d'alun & de sel, ou plutôt d'une substance nitreuse, & d'une vapeur de soufre.

L'eau du bain long, dans Bullicano, tire des matieres sur lesquelles elle passe, des particules de fer & d'alun.

Il est étonnant de voir qu'à chaque instant ces eaux changent de couleur, tantôt dorées & brillantes, comme c'est leur ordinaire, tantôt troubles & noires par les vapeurs étrangeres qui les tourmentent.

L'eau du bain proche de la riviere de Nera, en Ombrie, est claire, froide, avec un peu de saveur, & sans nulle odeur. Un Curieux a distillé cette eau avec soin, & a examiné le résidu qui étoit blanc, d'un goût âcre, & qui décrépitoit dans le feu. Ce résidu contenoit plusieurs particules salines, nitreuses & alumineuses; il participoit aussi du fer & de l'alun.

Baccius continue la description des eaux ferrées & vitrioliques des autres pays; & dit: L'eau de Tongres est aujourd'hui dans la principauté de Liége: suivant Pline, cette fontaine est renommée; l'eau donne des bulles, se trouble, & enfin devient rousse, avec une odeur de fer qui ne se fait sentir que quand on l'a bue. Cette eau mise au feu, s'épaissit, sans doute parce qu'elle est imprégnée de sel ou d'alun, comme on le reconnoît au goût après la distillation. Elle rougit sur la fin comme celle ci-dessus dans le territoire de Narni sur la Nera, à cause du limon ferrugineux que l'une & l'autre déposent.

L'eau ferrée dans le territoire de Baïes, d'où elle a tiré son nom, & autres eaux dans la même contrée.

Il y a encore de l'eau ferrée à Cucullia-no, proche Naples. La source à droite donne une eau limpide, quoique peu de temps après elle blanchisse dans le vase, avec une saveur âcre, acidule, stiptique, & peu agréable, & une substance grasse, & de pareille odeur. Celle à gauche donne une eau laiteuse, plus grasse & moins âcre. Cependant lorsqu'on en laisse reposer dans un verre, elle prend à la surface une certaine couleur violette, brillante, couleur que les deux fontaines, jointes ensemble, donnent à un sédiment très-dur qu'elles déposent. Comme elles sont imprégnées de plusieurs minéraux de différentes qualités, elles déposent une matiere comme réduite en cendres, & calcinée, dans laquelle on découvre une certaine quantité de soufre,

& un peu de fer. Les lieux plus élevés que ces eaux & les puits soufrés, qui sont plus bas, indiquent assez qu'elles contiennent du soufre, qu'il est aisé d'ailleurs de reconnoître par l'onctuosité qui engraisse ces eaux, & par une petite odeur de soufre.

Les indices du fer se tirent de la nature de la montagne, dont les pierres, la roche & la glebe sont très-pesantes, de couleur brune, avec des lames longues & brillantes, comme celles de l'antimoine, qui communiquent leurs qualités à l'eau, puisque le canal, par lequel elle passe, est encrouté de ce crayon rouge qui y est très-adhérent, & que les matieres, qui sont proche de l'eau, peuvent être ramassées comme un sable d'antimoine, livide, brillant & pesant; ce qui reste après la distillation de l'eau, ne paroît plus si analogue à la nature du terrein, puisqu'on n'en retire qu'une poudre blanche; ce qui vient de ce que cette matiere, qui est détachée d'une pierre, ne se mêle point à l'eau, mais par sa pesanteur tombe au fond; au lieu qu'exposée au feu, elle se ramollit: la partie grasse monte, & il ne reste au fond qu'une poudre fine, & très-blanche : il y a aussi des eaux ferrées dans l'Isle d'Ischia, & dans la Campagne de Rome. *Jusqu'ici Baccius.*

Des Eaux de Stirie.

Dans le Duché de Stirie, & sur-tout dans la Comté de Cilley, sur les confins de la Croatie, proche la ville de Rohitz, on trouve des sources qui ont l'odeur du soufre & du fer, semblable en tout à celle que donne l'infusion d'esprit de vitriol, versé sur des écailles ou de la limaille de fer; elles frappent agréablement l'odorat : relativement à leur acidité agréable, on boit, avec plaisir, ces eaux qui sont transparentes comme du crystal. Le syrop de violette & les roses seches leur donnent une couleur verte, que quelques gouttes d'esprit de vitriol changent en rouge, & que de l'huile de tartre par défaillance, ramene au verd : ce qu'on peut réitérer, jusqu'à ce que la liqueur blanchisse comme du lait. L'infusion de noix de galles leur donne une couleur obscure & noirâtre, d'autant plus foncée qu'on les gardera plus long-temps : en leur ajoutant quelques grains de vitriol, on obtient de l'encre propre à l'écriture.

Des Fontaines d'Angleterre.

Martin Lister, parlant des Fontaines d'Angleterre, nous dit qu'on y trouve rarement du vitriol formé, ou pour mieux dire, qu'on ne trouve jamais de vitriol dans les eaux médicinales d'Angleterre; mais il soutient que comme, par leur propre qualité, les pyrites exposées à l'air se changent entièrement en vrai vitriol; ces pyrites ou ces pierres métalliques, qui ne sont composées que d'esprits, & d'exhalaisons sulfureuses & d'ochre, doivent leur formation aux esprits de soufre & de pierre calcaire, qui pénétrent aisément & intimement les bois qui se trouvent dans les eaux de certaines Fontaines : il fait tous ses efforts, pour prouver que la chaleur des eaux thermales d'Angleterre vient des mêmes exhalaisons.

Fontaine de Raderberg.

Lehmann a fait plusieurs expériences sur cette Fontaine, & a trouvé qu'elle contenoit beaucoup de mine de fer ou de vitriol : d'où il conclud qu'elle est très-ferrugineuse. L'eau est limpide, claire & transparente. Quoiqu'on la tienne 6 ou 8 semaines dans une bouteille bouchée, elle ne se trouble ni ne se gâte point; mais exposée à l'air, en 24 heures elle dépose sur les parois du vase un sédiment, qui est une espece d'ochre : elle donne quelques bulles qui se tiennent au fond, & non aux côtés du vase. Elle ne contracte point de mauvaise odeur, quoiqu'on la porte au loin, pourvû qu'elle soit dans un vaisseau fermé : mais s'il n'est pas bien bouché, elle répand une odeur de soufre de vitriol de Mars. Son goût n'est pas désagréable, & elle ne provoque aucune nausée. Elle change le syrop de violette, & le rend seulement un peu plus pâle. Elle n'altere pas la couleur violette du tournesol. Par l'addition de l'esprit de sel, elle ne fait monter aucunes bulles; avec l'esprit de vitriol, elle demeure limpide, sans aucune chaleur ni écume; l'esprit de nitre ne la rend que plus limpide; la solution d'alun n'y fait rien; le vin du pays la trouble un peu. Par la dissolution du soufre, avec le sel de tartre, elle jaunit; chauffée avec le lait de vache, elle ne se coagule pas; elle dissout la poix, qui s'y unit bien, de façon que dans la retorte, elle monte avec la poix, & donne à l'eau son odeur; la décoction de bois de Brésil la fait rougir; la solution de vitriol de cuivre la trouble, & il se précipite une chaux bleue : le fer s'y rouille, mais sans taches de cuivre. La solution du sucre de Saturne la trouble; mais elle se clarifie sur le champ, par l'addition de la solution du mercure sublimé. L'eau de chaux fait précipiter la partie de fer : le tartre en fait autant, mais plus lentement. L'esprit de sel ammoniac la trouble, mais non sur le champ. L'infusion de thé lui donne une couleur grise-brune; la décoction de fleurs de grenade, une brune; par l'infusion de noix de galles, du jaune elle passe au brun-obscur; dans le vuide, elle jette plus de bulles que l'eau commune : son ochre calcinée est attirable

par l'aimant, & un miroir ardent la convertit en ſcories de fer.

CONCLUSION.

J'AUROIS pû rapporter bien d'autres expériences, qui ont été faites ſur les eaux vitrioliques ou ferrugineuſes : mais comme ce ne ſeroit que répéter toujours la même choſe, je craindrois d'ennuyer le Lecteur. Il n'y a point de pays qui ne poſſéde des mines de fer, & des eaux qui tiennent du fer & du vitriol, avec cette différence néanmoins, que dans les unes le vitriol eſt plus pur, plus mûr, mieux formé, que dans les autres. Dans quelques-unes, il ſe trouve mêlé avec des particules ſulfureuſes, ſalines, calcaires : dans d'autres, il n'eſt pas mûr, & on n'y reconnoît que les parties élémentaires, qui, avec le temps, forment le fer ou ſon vitriol. Ce ſont ces différences, qui m'ont fait croire qu'il n'étoit pas hors de propos de rapporter pluſieurs des expériences qui ont été faites, afin qu'on pût diſtinguer les différences qu'il y a dans les eaux vitrioliques, & ſçavoir comment d'habiles Chymiſtes, s'y ſont pris pour les examiner.

FIN.

TABLE DES TITRES
CONTENUS DANS LE TRAITE' DU FER, DE SWEDEMBORG.

QUATRIEME SECTION DE L'ART DES FORGES.

PREMIERE CLASSE.

§. I. *De la maniere de calciner, fondre & affiner la mine de fer, uſitée en pluſieurs endroits de la Suede,* Page 1
Calcination ou préparation de la mine crue au feu de fuſion, 2
Des fondemens d'un fourneau de fuſion, 3
Conſtruction du corps du fourneau, c'eſt-à-dire, du mur qui entoure le vuide qu'on laiſſe dans le milieu d'un fourneau de fuſion, 3
Formation de la cheminée ou du vuide qui occupe le milieu d'un fourneau, 8
De la fondation du foyer, 11
Du foyer & de ſa conſtruction, 12
De l'ouverture antérieure du fourneau, & de la tympe, 15
De l'endroit dans la cheminée au-deſſus du creuſet, appellé foyer ſupérieur, ibid.
Des ſoufflets & du vent, 16
Comment on met un fourneau en travail, comment on emplit la cheminée de charbon du haut juſqu'en bas, & comment on la bouche enſuite pendant quelques jours, 20
Du débouchement du fourneau quand il eſt échauffé, 21
Comment & dans quelle proportion on met dans le fourneau la mine & les charbons pour que la fuſion ſe faſſe bien, 22
Des ſignes ſur leſquels le Fondeur juge de la quantité de mine & de charbons qu'il faut mettre au fourneau, 25
De la trop grande chaleur & ébullition du fer dans le foyer, 27
Indices extérieurs de l'intérieur d'un fourneau, & de la fuſion dans le foyer tirés principalement de la flamme, 32
Des ſcories, & de leur ſortie du fourneau, ibid.
Comment on fait ſortir du fourneau le métal fondu, 34
Obſervations ſur le fer de fonte quand il eſt coulé & refroidi, 36
Des accidents ou cas imprévus concernant la fuſion, 38
Fin de l'œuvre de la fuſion, ibid.
De l'état du fourneau quand le fondage eſt fini, 39
Obſervations touchant un fourneau ruiné, 40
Enumération des fourneaux & des forges en Suede, 41
Argent natif trouvé en 1726 dans la mine de fer de Noormark en Wermlande, & des obſervations faites tant ſur cet argent, que ſur l'argile qui lui ſervoit de matrice, ibid.
§. II. *Des forges, de leurs foyers, de la liquation & affinage de la fonte, & de l'extenſion du fer ſous le marteau en Suede,* 43
Maniere de mettre en barres les morceaux coupés, 60
De la maniere d'endurcir les groſſes enclumes, 63
Du mouvement plus vif ou plus lent du gros marteau, 64
§. III. *De la mine de marais ; de la maniere de la préparer & de la travailler en Suede, principalement en Angermanie & en Dalecarlie ; ou du fer qu'en Suede on appelle* Myrjern, 65
§. IV. *De la mine fluviatile en Suede, & de ſa réduction en fer,* 72 & ſuiv.
§. V. *Du fer qu'en Suede on appelle* Oſmund, *& de ſa préparation,* 74
§. VI. *De la maniere de griller, fondre & cuire la mine de Danmorie en Roſlagie,* 76 & ſuiv.
§. VII. *Des forges de Roſlagie, de la liquation & cuiſſon du fer crud, & de ſon extenſion ſous le marteau,* 81. & ſuiv.
§. VIII. *De la maniere de fondre la mine de fer en France,* 87 & ſuiv.
§. IX. *Fourneaux des environs de Liége,* 90
§. X. *Maniere de traiter la mine de fer en*

Italie, de la calciner, & de la fondre en Bresse, 90

§. XI. *De la mine de fer & des forges aux environs de Lesso & de Palagio, pas loin de S. Sébastien,* 92

§. XII. *De la maniere de fondre la mine, de recuire le fer crud en Angleterre,* 93

Nouvelle tentative faite en Angleterre pour fondre la mine de fer dans des fours de réverbere, avec des charbons de pierre, ou des charbons fossiles, 96

§. XIII. *De la maniere de fondre la mine de fer & de recuire le fer crud dans le Maryland & la Pensilvanie, ainsi que dans les Indes Occidentales,* 98. & suiv.

§. XIV. *Des Fourneaux & des Forges de Russie & de Sibérie,* ibid.

§. XV. *Des fourneaux de fusion, des forges & autres foyers à fer de Norvége,* 101

§. XVI. *Maniere de traiter la mine de fer en Silésie,* 102

§. XVII. *De la maniere de cuire & recuire la mine de fer en Saxe,* 103

§. XVIII. *De la maniere de cuire & recuire la mine de fer en Bohême,* 105

§. XIX. *De la maniere de fondre la mine à Fordenberg, en Stirie, en Carinthie,* 106

§. XX. *Maniere particuliere de travailler la mine de fer auprès de Flactre, dans l'Evêché de Saltzbourg,* 110 & suiv.

§. XXI. *Maniere de traiter la mine de fer suivant Agricola,* 112

§. XXII. *Essai de fondre la mine avec du bois mis en menus morceaux, & de la terre combustible mêlée avec des charbons,* ibid.

§. XXIII. *Maniere de faire de l'acier dans les Indes avec du fer forgé,* 115

§. XXIV. *De la maniere de convertir le fer crud en acier, tant en Suede qu'ailleurs par le seul travail dans un foyer de forge,* 116 & suiv.

Description plus exacte de la maniere de convertir le fer crud en acier suivant M. de Réaumur, 123

§. XXV. *L'art d'adoucir & purifier le fer suivant M.* de Réaumur, 126

§. XXVI. *Essais & expériences sur l'adoucissement, la trempe, la fusion, & la soudure du fer,* 127

§. XXVII. *De la maniere de fondre & couper le fer en baguettes, ainsi que de l'étendre & l'applatir sous les cylindres, telle qu'elle se pratique dans le pays de Liége, en Angleterre & en Suede* 129, & s.

SECONDE CLASSE.

Des Mines & Pierres de fer, & des différentes manieres de les essayer, 131

§. I. *De l'essai des mines de fer par l'aimant,* ibid.

§. II. *De l'essai de la mine de fer dans le creuset,* 132

§. III. *De l'essai du fer & de sa mine pour sçavoir ce qu'il y a d'or & d'argent,* 133

§. IV. *De la maniere d'éprouver & de connoître la qualité du fer crud & du fer forgé,* 134

§. VI. *De la mine de fer & de ses différentes especes en Suede,* 136

§. VII. *De l'Hématite & du Schist,* 143

TROISIEME CLASSE.

§. I. *De la limaille de fer ou d'acier,* 147

§. II. *Safran apéritif de fer ou d'acier,* 147

§. III. *Du safran astringent de fer ou d'acier,* 148

§. IV. *De la maniere de préparer le safran de Mars pour l'usage de la Verrerie,* 149

§. V. *Du safran de Mars vitriolé & sucré,* 152

§. VI. *Du safran de Mars fait avec l'antimoine,* 153

§. VII. *Mars diaphorétique,* ibid.

§. VIII. *Régule de fer ou d'acier,* 155

§. IX. *De la teinture de Mars apéritive,* 157

§. X. *Teinture de Mars de Ludovic,* 159

§. XI. *Teinture astringente de fer ou d'acier,* ibid.

§. XII. *Eau martiale semblable à l'eau acidule, ou Eau martiale artificielle,* 161

§. XIII. *Fleurs de fer ou d'acier,* 162

§. XIV. *Huile de Mars,* ibid.

§. XV. *Du Sel de Mars, ou du vitriol préparé avec le fer,* 163

§. XVI. *De l'Hematite,* 165

§. XVII. *Recueil de différentes Observations touchant le fer,* 168 & suiv.

§. XVIII. *De l'élément & des particules de fer, & du vitriol de Mars, dans les eaux des lacs, des fleuves, des fontaines, suivant différents Auteurs,* 183 & suiv.

FIN.

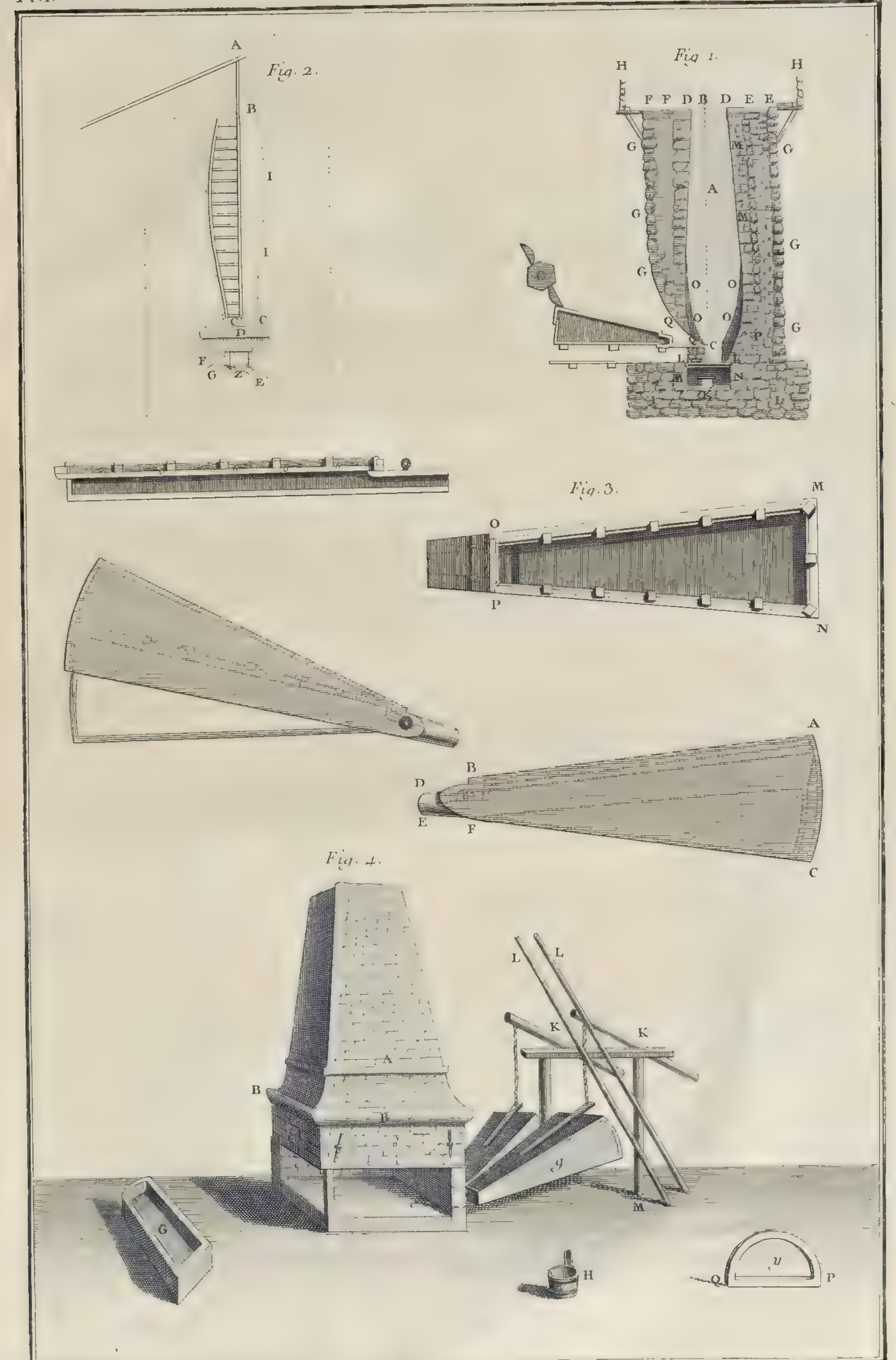

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.

Fig. 5.

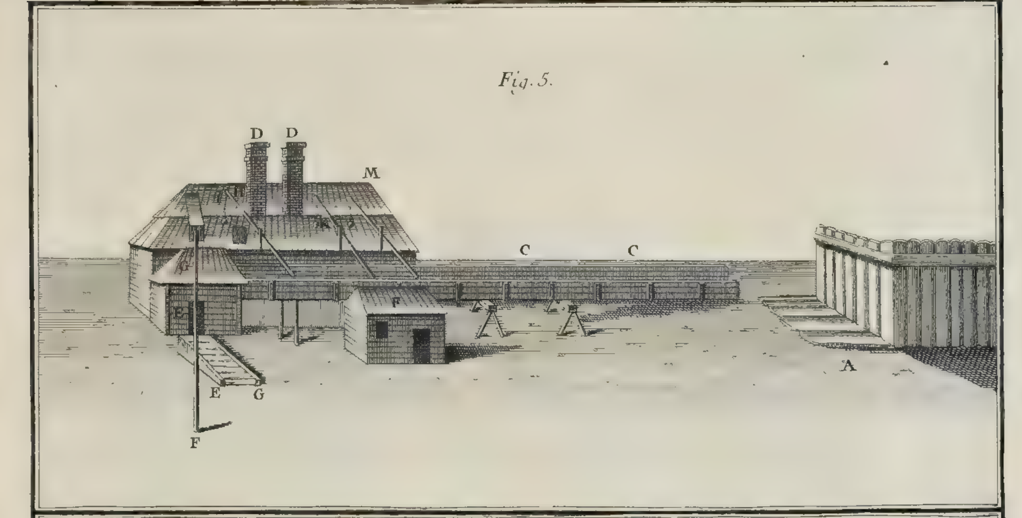


Fig. 6.

Fig. 7.

B

A

A

C

D

B

D C

Fig. 10.

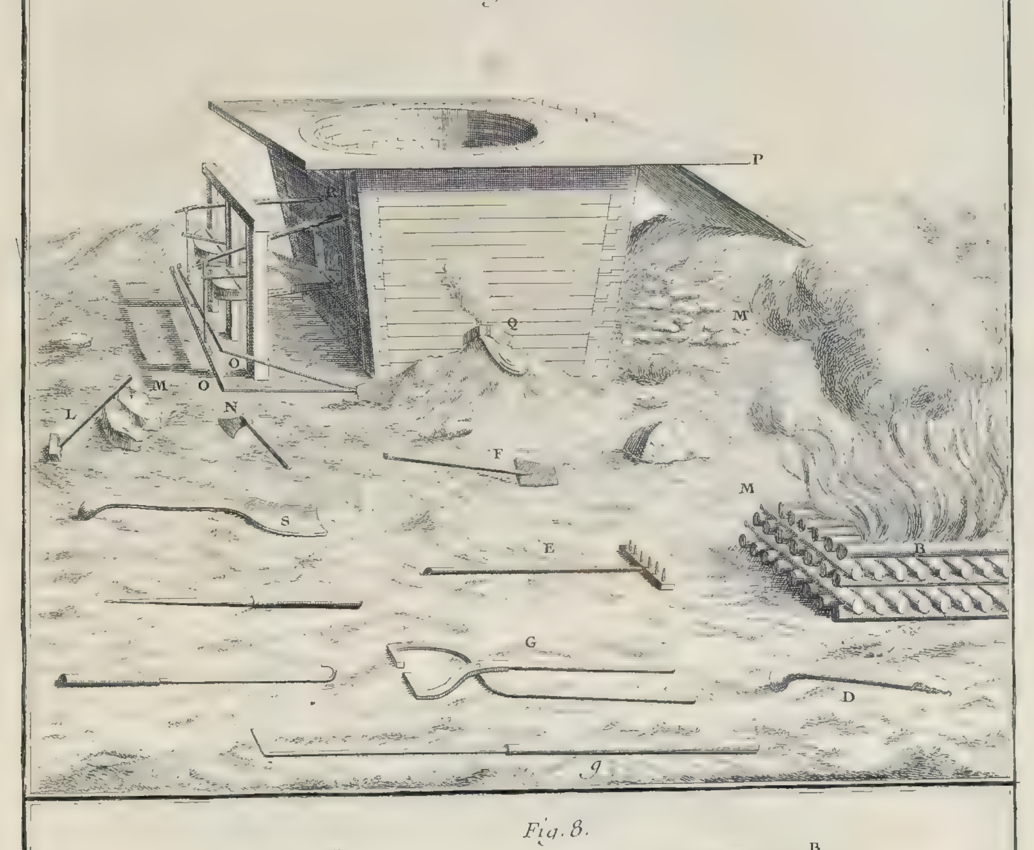
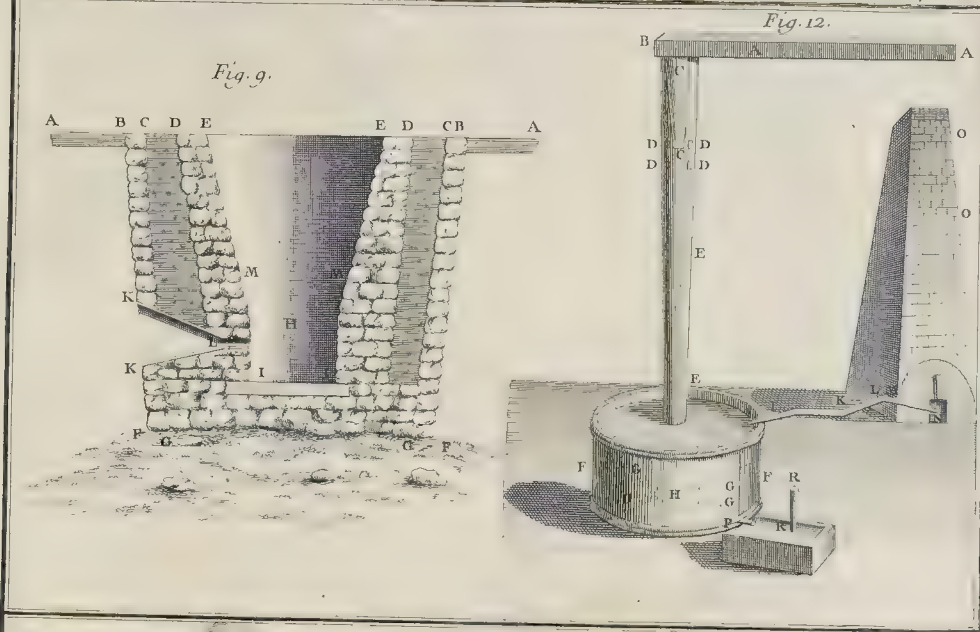
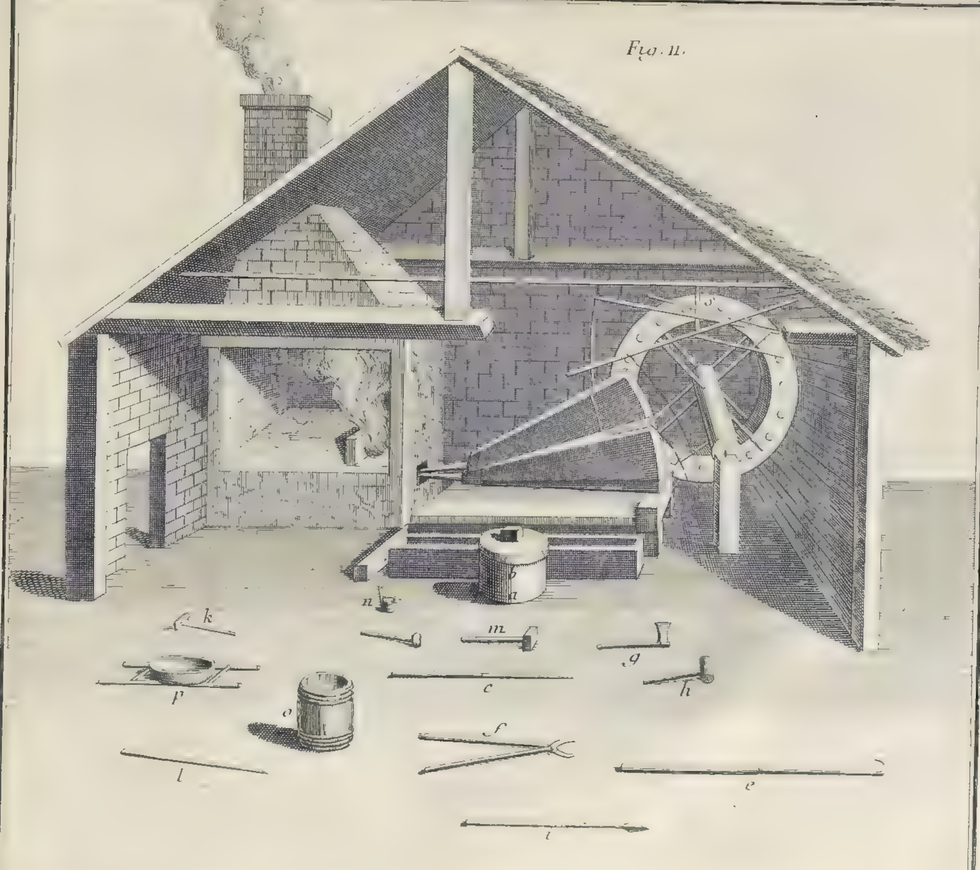


Fig. 8.


Fig. 9.
A B C D E E D C B A
M
M
K
H
K
I
F G G F
Fig. 12.
B A A
C
D C D
D D
E
O
O
E
K L
F G F R
D H G
G
P R


Fig. 11.
b
a
n
k
m
g
p
c
h
o
f
l
e
i

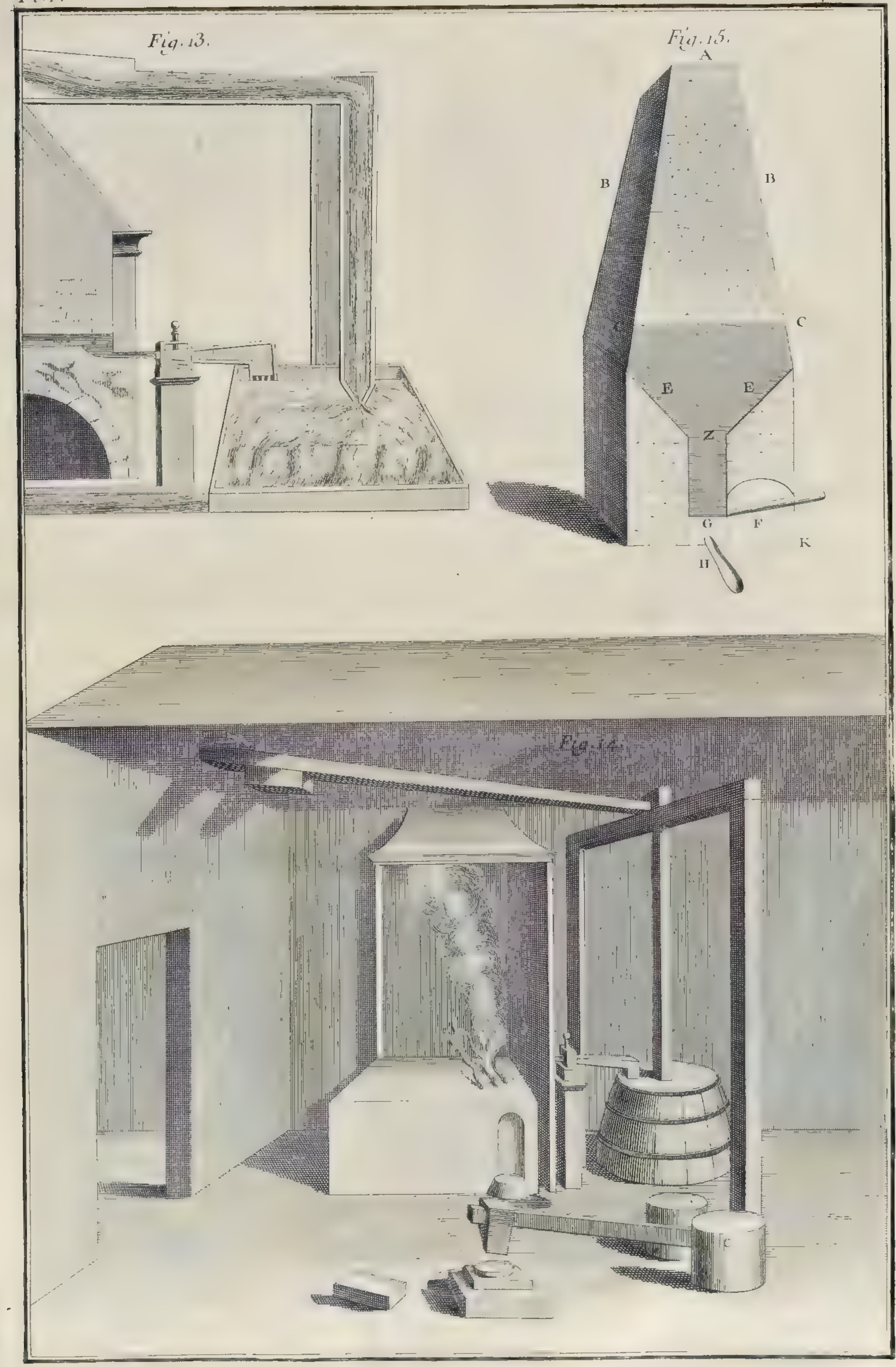
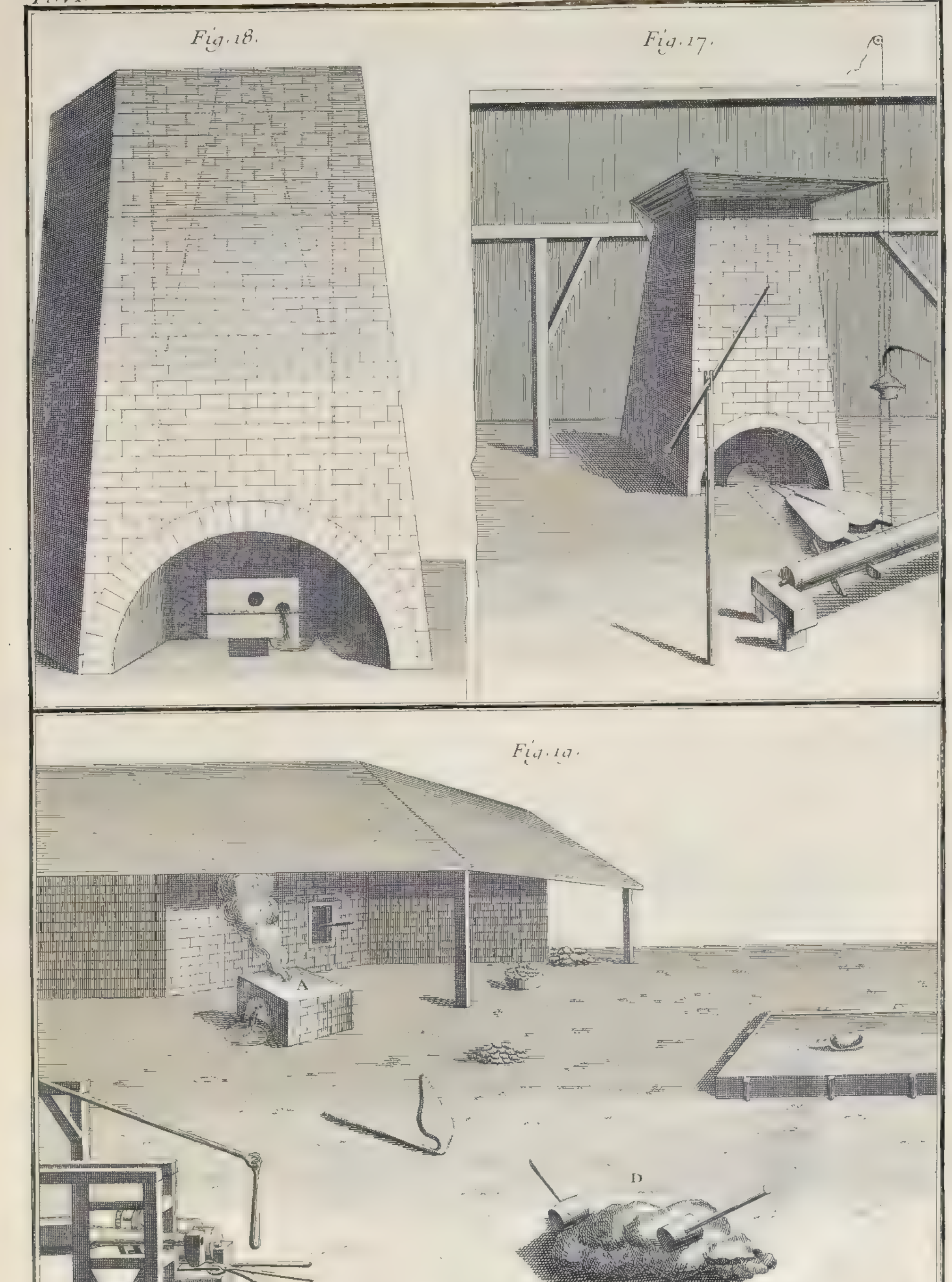
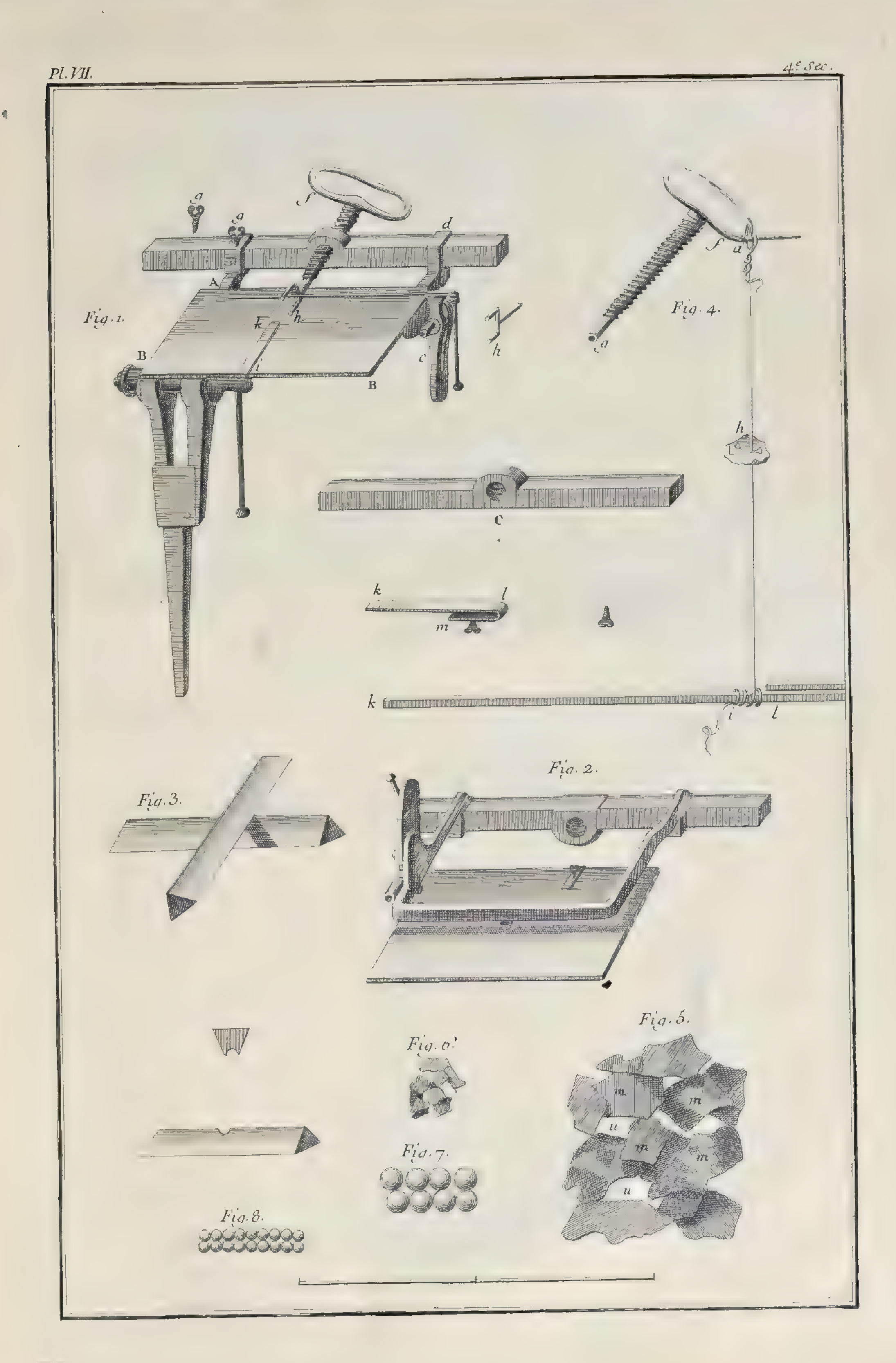
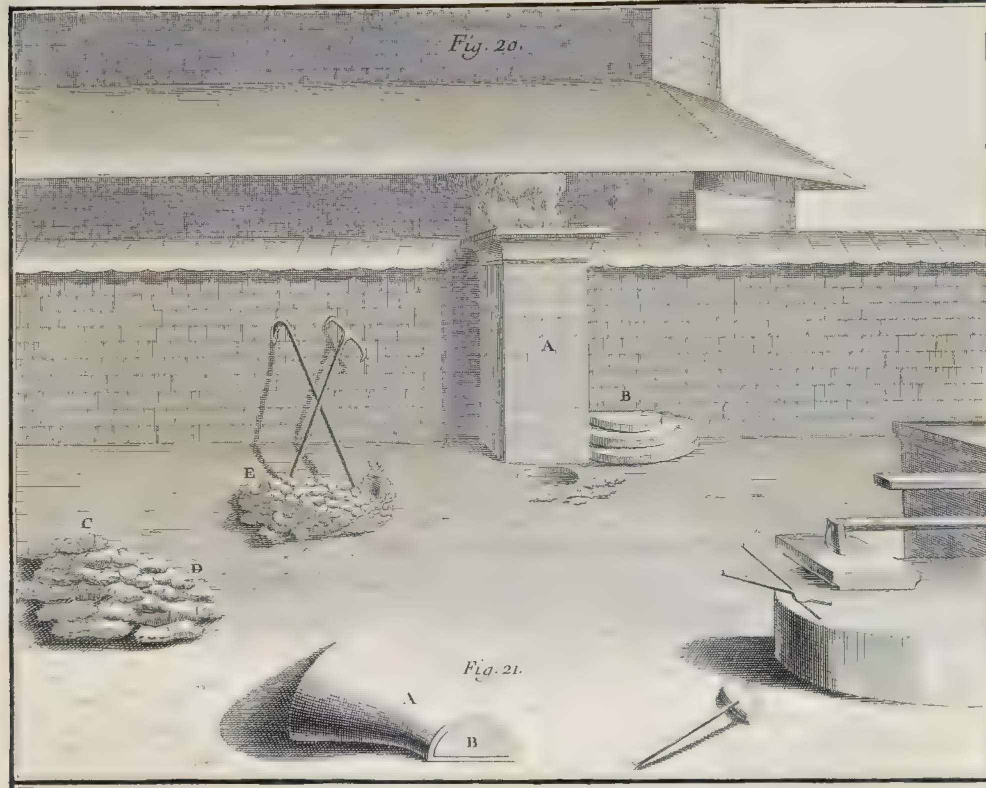


Fig. 13.
Fig. 15.
A
B
B
C
E
E
Z
G
F
K
H
Fig. 14.


Fig. 18.
Fig. 17.
Fig. 19.
A
D


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.


Fig. 20.
A
B
E
C
D
Fig. 21.
A
B

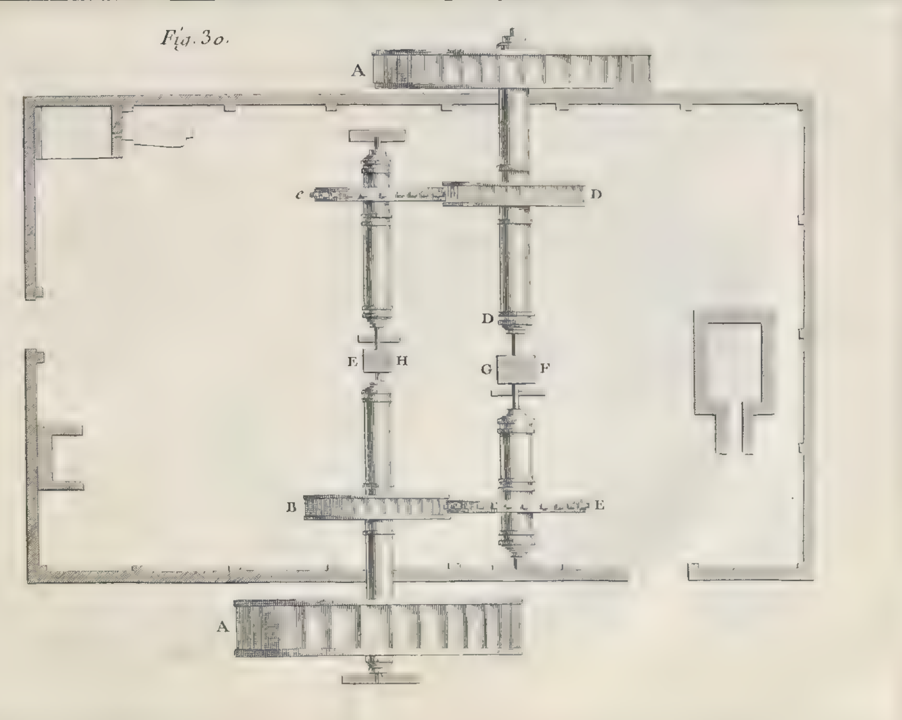
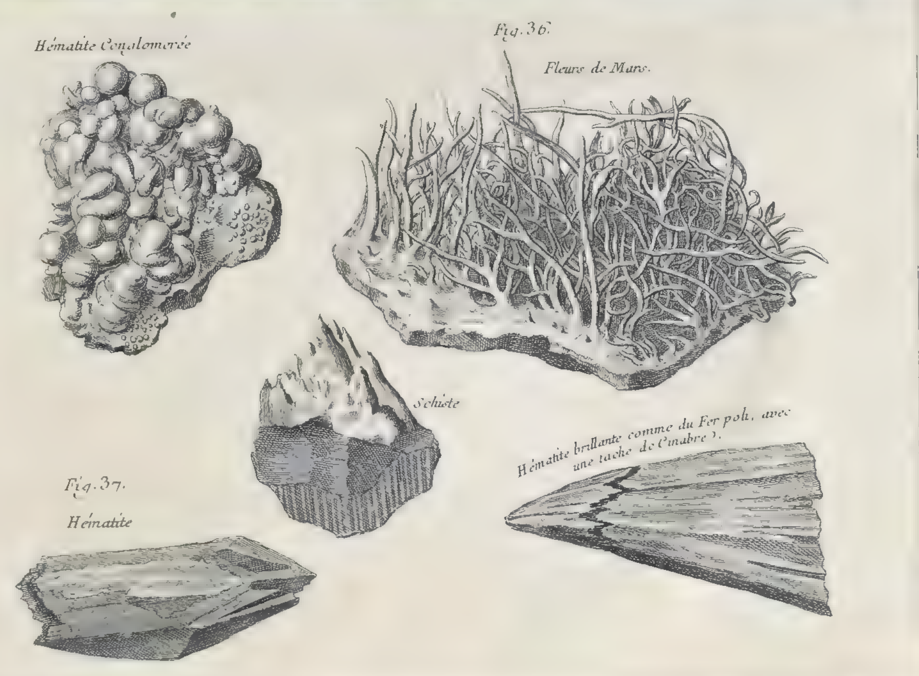

Fig. 30.
A
C
D
D
E
H
G
F
B
E
A


Fig. 29.


Hématite Conglomerée
Fig. 36.
Fleurs de Mars.
Schiste
Hématite brillante comme du Fer poli, avec une tache de Cinabre.
Fig. 37.
Hématite

